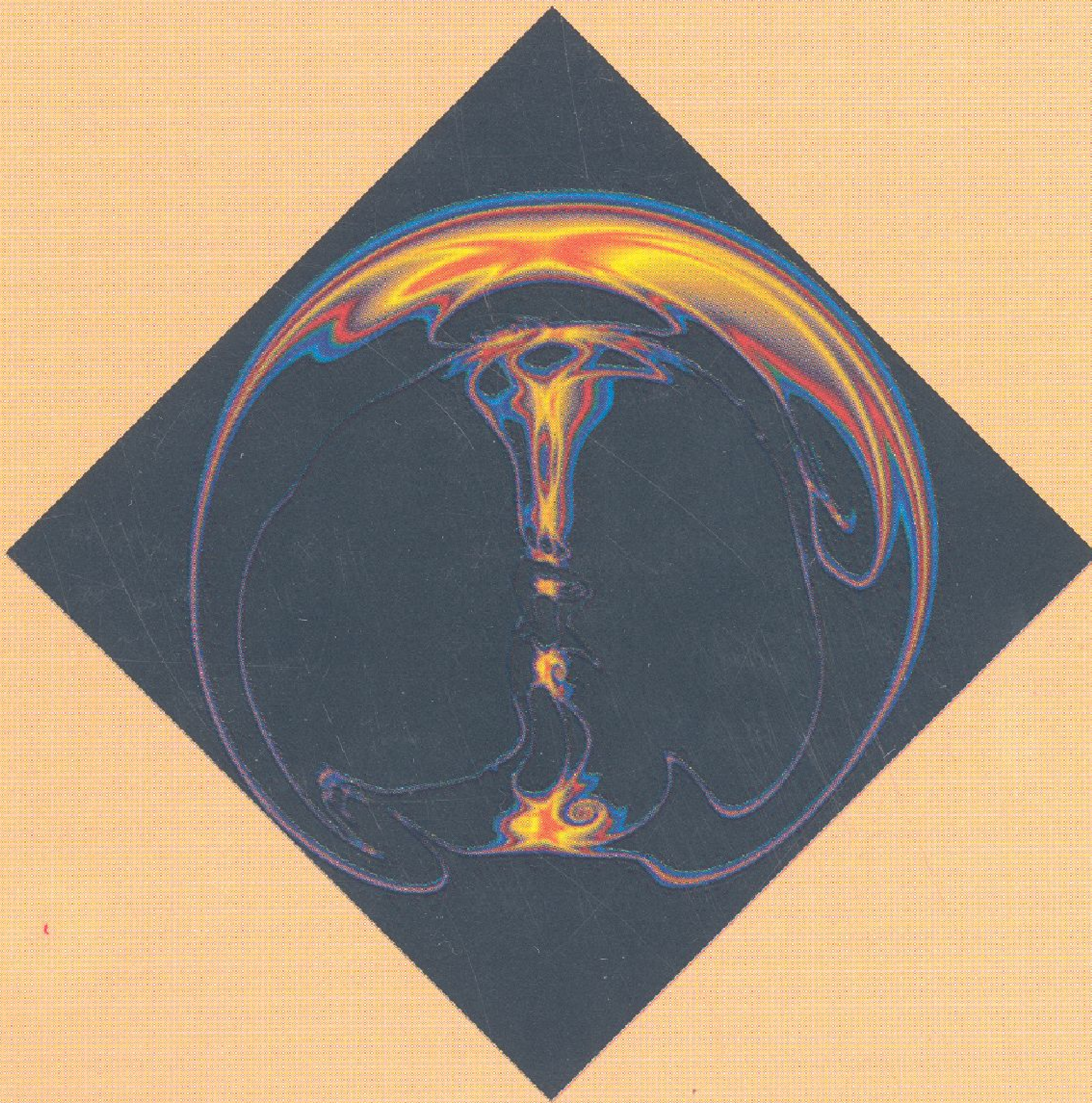


مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية
King Faisal Center for Research and Islamic Studies

الرسالة القدسية

في عمل الشاذروان والفسقية

لمؤلف مجهول من سنة ٨٩٥هـ



تحقيق

د. عبدالله بن إبراهيم العمير　　المهندس لطف الله قاري

إهـــــداء ٢٠٠٧

الأستاذ / لطف الله القاري
المملكة العربية السعودية

الرسالة القدسية

في عمل الشاذروان والفسقية

لمؤلف مجهول من سنة ٨٩٥ هـ

تحقيق

د. عبدالله بن إبراهيم العمير
المهندس لطف الله قاري

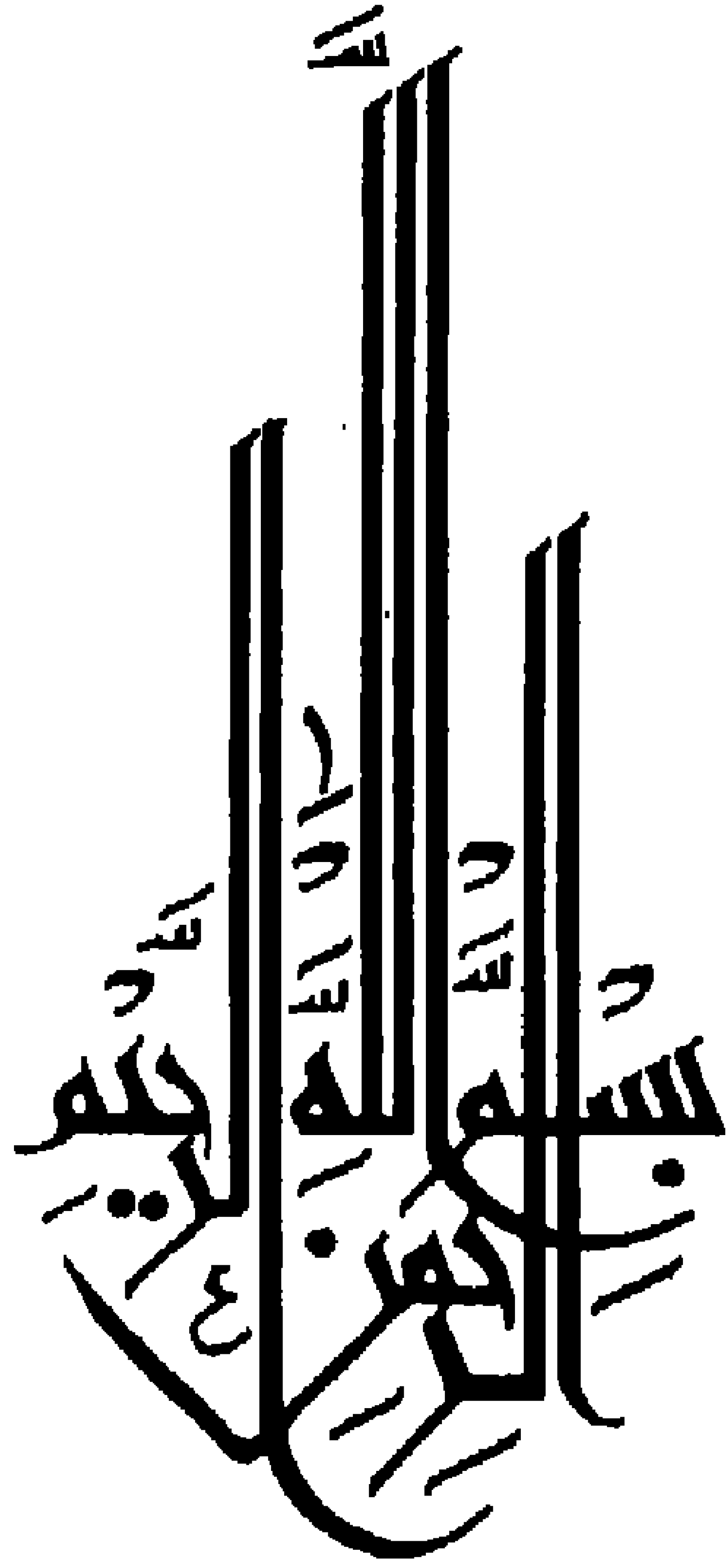
الطبعة الأولى
١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م

ح مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية ، ١٤٢٧هـ
فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية .- الرياض، ١٤٢٧هـ.
١٥٢ ص؛ ١٧×٢٤ سم
ردمك: ٩-٤١-٦٧٧-٩٩٦٠
١ - الفلك عند المسلمين ٢- التقاويم ٣- التوقيت أ. العمير، عبدالله ابن إبراهيم (محقق) ب. قاري، لطف الله (محقق) ج - العنوان
ديوي ٥٢٩ ١٤٢٧/٨٨٦

رقم الإيداع: ٨٨٦/ ١٤٢٧
ردمك: ٩-٤١-٦٧٧-٩٩٦٠

الطبعة الأولى
١٤٢٧هـ/ ٢٠٠٦م

مركز الملك فيصل للبحوث والدراسات الإسلامية
ص . ب ٥١٠٤٩ الرياض ١١٥٤٣
هاتف: ٤٦٥٢٢٥٥ /فاكس ٤٦٥٩٩٩٣



هدية من المؤلف / لطف الله قاري

مع أطيب التمنيات

المحتويات

الموضــــوع	صفحة

مقدمة التحقيق

تراث العرب والمسلمين في الميكانيكا كنز لا يزال بحاجة إلى كشفه والاستفادة منه ، وهو منجم نفيس يفيد الباحثين في التراث العلمي والتقاني (التكنولوجي) بشتى فروعه . كما أنه منهل فسيح تنبه إليه الغرب منذ وقت مبكر وأدركوا مدى أهميته لبناء أسس مخترعاتهم الحديثة ، فحاولوا سبر أغواره لاستثماره بما يتلاءم وتوجهاتهم العلمية والاستكشافية . وكان الأولى أن يتولى هذه المهمة أولئك الذين لديهم الأدوات الكفيلة للوصول إلى تراث أسلافهم دون تجشم سبل المشقة والعناء ، حيث اللغة الواحدة والبيئة والتوجه المنهجي المتماثل .

ويندرج هذا المجال التراثي المهم في صميم اهتمام الكليات والمعاهد التقانية وكذا المؤسسات المهتمة بتاريخ العلوم بشكل عام . فهي الأقدر على الاستفادة منه الاستفادة الحقيقية المثلى ، سواء كان ذلك في ميدان البحث والدراسة أو في ميدان التطبيق العملي . ولا شك أن البحث في التراث التقاني يفيد في الوقت نفسه في تكوين ثروة من المصطلحات العلمية الأصيلة المرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمحيط الباحث في هذا الفن الذي يعد أحد أهم مجالات تراثنا العلمي العريق .

وتهدف هذه الدراسة التي بين أيدينا إلى عرض مخطوط غير معروف ألفه أحد علماء السلف في مجال الآلات الميكانيكية ، لإلقاء مزيد من الضوء على دور أولئك العلماء في دفع عجلة البحث في مجال الميكانيكا إلى الأمام . ولعل

الأمر الذي يزيد أهمية مثل هذا التحقيق في هذا الموضوع هو شح الكتب التراثية المؤلفة في العلوم التقنية ، بالإضافة إلى ما يلاحظ من توجه نشط من قبل المهتمين نحو هذا الفن . ولهذا نعتقد أن الكشف عن مخطوط جديد في هذا المجال ونشره بين الباحثين ، يعد كشفاً عن حلقة مفقودة في سلسلة تطور التقانة العربية الإسلامية بخاصة ، وتاريخ التقانة في العالم بعامة .

والمخطوط موضوع الدراسة محفوظ حالياً في مكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة ، وهو عبارة عن رسالة صغيرة لم تنشر من قبل ، عنوانها «الرسالة القدسية في عمل الشاذروان والفسقية» . وهي تتحدث بالتفصيل عن كيفية تصميم وصنع ساعة مائية مزودة بآلات تسلية ميكانيكية ، وتتلو الرسالة ملاحق يصف فيها المؤلف آلات أخرى ، بعضها من ابتكاره ، وبعضها الآخر من ابتكار آخرين . والآلات الأخيرة عبارة عن معدات ملحقة بالآلة الرئيسية المكونة من شاذروان (شلال) وفسقية (نافورة أو خصة) يعملان على الدوام مع ساعة وآلات فلكية ذات استخدامات متعددة . والرسالة كتبها مؤلف مجهول ولد في القاهرة ، ثم أقام فترة من حياته في القدس حيث ألف كتابه فيها وذلك في رمضان سنة ٨٩٥هـ (تموز / يوليو ١٤٩٠م) . أما النسخة الحالية فقد كتبت بخط موقت بالجامع الأموي بدمشق في ٩٣٦/١٠/٧هـ (١٥٣٠/٦/٤م) أي بعد ٤١ سنة من تأليف نسخة المؤلف .

وتجدر الإشارة إلى أن هذا الكتاب يأتي ضمن الحلقات الأخيرة في سلسلة تطور التقنية الميكانيكية عند العرب ، حيث أتاح له تاريخه المتأخر الاستفادة من الكتب التي سبقته ، وخاصة كتاب الجزري الذي يصرح بأنه استفاد منه ، مع الاستفادة من تجارب ومشاهدات لما أبدعه صناع الآلات في عصر المؤلف .

ولقد فصل مؤلف الرسالة طريقته في عمل «الشاذروان والفسقية» خلال مجموعة أبواب ومقاصد وفصول أوردها على النحو التالي :

الباب الأول : في الطريقة الأولى في عمل الفسقية والشاذروان .

الباب الثاني : في الطريقة الثانية .

الباب الثالث : في عمل الفسقية والشاذروان .

الباب الرابع : في توابع لما تقدم لما خارج الفسقية والشاذروان . وفي هذا الباب عدة مقاصد :

المقصد الأول : في صفتها إجمالاً .

المقصد الثاني : في صفة المحرك لهذه الآلة .

المقصد الثالث : في تتميم ما يحتاج إليه من أمر هذه الآلة وتوابعها .

فصل : في عمل الموري .

فصل : في عمل الطالع .

فصل : فيما إذا أردت أن تكون هذه الآلة دائمة العمل ، أي لا تحتاج إلى طاقة متجددة .

فصل : في تتمة ما تحتاج إليه الآلة الفلكية .

فصل : في عمل ما يحرك أيدي الطبالين لأوقات غير متساوية الأجزاء ، مثل : أوقات الصلوات والساعات الزمانية .

فصل : في ترتيب الغربان على الساعات الزمانية وأوقات عمل النوبة ليلاً ونهاراً .

فصل : في تركيب أرجل الأشخاص على الغربان .

فصل : في عمل التثاقيل والأحواض .

فصل : في معرفة الماضي والباقي من أوقات مفروضة ، مرتب ذلك على حركة العجلة .

خاتمة فيها ٣ فصول .

ملاحق :

الملحق رقم (١) : صفة عمل قناة تصعد الماء .

الملحق رقم (٢) : تذكرة في عمل دولاب المحاور ، ويسمى أيضاً دولاب المرافق . (وقد سمى هذا الملحق رسالة بعنوان «إيضاح الحقائق في عمل دولاب المرافق») .

وختاماً ؛ يطيب لنا أن نعرب عن خالص شكرنا وعظيم امتناننا للسيد الأستاذ عبد الصمد محمد جان ، أمين مكتبة عارف حكمت بالمدينة المنورة ، على تفضله بتسهيل تصوير مخطوط الرسالة موضوع الدراسة فجزاه الله خير الجزاء .

وصف المخطوط :

فقد من الرسالة أحد أهم عناصرها الأساسية ، ذلك هو الغلاف الخارجي . وبفقدانه أصبح من المتعذر التعرف على مؤلفها الحقيقي على وجه الدقة ، إذ لم يظهر اسم المؤلف على أي من صفحات المخطوط المكتملة[1] .

أما حالة المخطوط الراهنة فهي جيدة ، حيث إن صفحاته خالية إلى حدٍّ ما من تلك الآفات والأضرار التي تصيب عادة أوراق المخطوطات من قبيل العثة والأرَضة ، وما تحدثه من شقوق وثقوب . كما أنه خالٍ من آثار الرطوبة وما ينتج عنها من بقع سوداء أو تلون كبير في الأوراق . وقد يكون الأثر الواضح على صفحاته هو بعض عوارض تقادم الزمن كتقصف أطراف الأوراق .

والمخطوط يتكون من ٣٨ ورقة أي ٧٦ صفحة من الحجم المتوسط ، وقد نسخت على ورق يميل إلى الصفرة وذات شكل مستطيل طولها ١٨ سم وعرضها ١٣ سم . وتحتل الكتابة المسطرة مساحة مستطيلة منتظمة الشكل تقريباً ، وقد تركت هوامش جانبية متساوية الحجم في جهاتها الأربع .

ويتفاوت عدد الأسطر في صفحات المخطوط ، إذ تحتوي معظم الصفحات على ٢١ سطراً ، في حين تحتوي صفحات أخرى على ٢٢ أو ٢٣ أو ٢٤ سطراً ، وذلك في الصفحات الخالية من الأشكال التوضيحية ، أو في تلك الصفحات التي تظهر فيها هذه الأشكال مثبتة في ثنايا الأسطر ، أي عندما تحتل مساحة

---

(١) جاء ذكر «الرسالة» لأول مرة في فهرس «تراثنا المخطوط في العلوم الطبيعية والبحتة» ؛ مصطفى عمار منلا ، النادي الأدبي بالمدينة المنورة ، ١٤١٢هـ . ولكنه قال إنها رسالة في الهندسة ، دون أن يحدد فرع الهندسة . كما عرف لطف الله قاري بهذه الرسالة في بحثه الموسوم بالآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي وموقع كتاب «الرسالة القدسية» ، وقد كشف عن أهميتها وقدمها للباحثين المتخصصين في مجال العلوم بعامة والميكانيكا على وجه الخصوص ؛ مجلة تاريخ العلوم العربية ، مج ١١ ، العددان ١و٢ ، معهد التراث العلمي العربي ، حلب ، ١٩٩٧م ، ص ص ٢٩ - ٨٩ .

صغيرة في منتصف الصفحة أو في يمينها أو شمالها ، فتستكمل المساحة المتبقية على نفس نسق أسطر الصفحة المكتملة . أما إذا احتل الشكل مساحةً معتبرة في حجم الصفحة ، فإنه يظل منفرداً ولا يكتب جواره أي نص ، وبذلك يقل عدد أسطر هذه الصفحة بمقدار حجم الشكل المثبت بها . وقد بلغ عدد الأشكال التوضيحية بالمخطوط خمسة عشر شكلاً .

ومما يلاحظ أن حواشي الصفحات تحتوي على ثلاثة أنواع من الكتابة ، أولها : التعقيبات أو الرقاص وهي كتابة الكلمة الأولى من السطر الأول من صفحات الوجه ، في أسفل الجانب الأيسر من صفحات الظهر . ويمكن أن تأتي هذه على شكل أداة كـ «كان» أو كلمة واحدة مثل «النهار» أو جملة كاملة مثل «ثم اجعل زبزوباً» . وهذه التعقيبات تفيد في معرفة تتابع نصوص الصفحات وعدم انقطاعها جراء سقط في المتن أو ضياع للصفحات . ثانيها : تلك الإضافات أو التصويبات التي تكتب على الهامش الأيمن أو الأيسر ، وذلك حسب قرب الكلمة المضافة أو المصححة لهذا الهامش أو ذاك . ويلاحظ في هذه الحالة أن الناسخ يضيف أمام المفردة التي سقطت من مكانها في النص كلمة «صح» مع وضع علامة تشير إلى موضعها في المتن ، في حين يضع فوق الكلمة المصححة حرف النون «ن» ويعني الناسخ . أما ثالثها : فهي تلك الحواشي المكتوبة على هوامش بعض الصفحات سواء كان ذلك على الهامش الأيمن أو الأيسر أو الأعلى أو عليها جميعاً . وهذه الحواشي تكون إما تعليقات توضيحية على بعض فقرات المتن أو إضافة فائدة جديدة ، ولم تظهر تعليقات الحواشي هذه إلا في ثلاثة مواضع فقط من صفحات المخطوط .

أما فيما يتعلق بلون الحبر المستخدم في كتابة المخطوط ، فإن هناك لونين مختلفين : أحدهما وهو الأكثر استخداماً هو اللون الأسود . وقد استخدم هذا اللون في كتابة متن المخطوط بما في ذلك النقط وعلامات الإعجام والشطب وتصحيح الأحرف والكلمات ، وكذلك التعليقات المضافة إلى حواشي بعض الصفحات من الأعلى والأسفل واليمين والشمال ، كما استخدم هذا اللون في بعض تفاصيل الأشكال المرسومة من قبيل الخطوط أو النقاط والدوائر الصغيرة ، وكذا بعض الكلمات المكتوبة المرفقة ببعض الأشكال التوضيحية .

أما اللون الآخر فهو اللون الأحمر ، وقد استخدم في كتابة الأبواب كـ «الباب الثالث» دون عناوينها ، وفي كتابة الفصول وعناوينها كـ «فصل في عمل الطالع» ، كما استخدم في رسم الأجزاء الرئيسية والأشكال التوضيحية وفي حالات أخرى في رسم كامل الأشكال وفي بعض التعليقات المصاحبة لها . كذلك استخدم اللون الأحمر في كتابة بعض الكلمات أو العبارات الواردة داخل المتن ، كأن تكون ذات طبيعة توضيحية من قبيل «فائدة» و«تذكرة في عمل» ، أو أن تبدأ بها بعض العبارات . كما استخدم الحبر الأحمر لتوضيح الكثير من الكلمات التي تبدأ بها الجمل من قبيل : «واعلم أن . .» و«صفة عمل . .» و«يمكن كذلك . .» و«تتخذ . .» و«تنبيه . .» ونحوها . واستخدام هذا اللون في هذه الحالات ليس في كتابة الكلمة نفسها بل للتوضيح ، بمعنى أن الكلمة تحمّر بخطٍّ غليظ داخلها أي فوق الحرف الممشوق من الكلمة . وأخيراً استخدم الأحمر في إعجام بعض الكلمات وكذا في النقط الفاصلة بين بعض الجمل القصيرة في المتن ، وذلك في الصفحات الأخيرة من المخطوط على وجه الخصوص .

مؤلف الرسالة القدسية :

تدل النصوص التي بداخل الرسالة على أن المؤلف ولد في القاهرة ونشأ بها ، ويعتز بانتمائه إليها . وقد ألف رسالته في القدس ، ولكنه يدعو الله خلال رسالته أن يعود إلى بلدته القاهرة سالماً . وهذا يدل على أنه كان وقت تأليف الرسالة في سن نشاط تمكنه من السفر والتأليف في مجال معقد ، بحيث قدم شرحاً مفصلاً لأجزاء آلة ميكانيكية كثيرة التفرع ، مع إعطاء مقاسات دقيقة لكل تلك الأجزاء . وهو يحيل في رسالته عدة مرات على الجزري ، حيث يشرح الأجزاء التي ابتكرها هو في الجهاز الذي يصفه ، أو سمع بوصفها شفهيّاً من مهندسين آخرين . أما الأجزاء التي يستطيع القارئ الاطلاع عليها في كتاب الجزري فإنه يكتفي بالإحالة إليه .

فهل تنطبق المعلومات التي ذكرناها على شخص بعينه ؟ من موسوعة «الضوء اللامع لأهل القرن التاسع»[1] نجد الأشخاص التاليين ممن تنطبق عليهم هذه المعلومات :

١- ابن أبي الفتح الذي ولد في ٨/٨/٨٥٠هـ (٢٨/١٠/١٤٤٦م) . وكان بارعاً في علوم الفلك والميكانيكا كما تدل مؤلفاته الباقية . وفي ٢٨/٢/٨٩١هـ (٤/٣/١٤٨٦م) انتهى من نسخ كتاب الجزري ، ونسخته تعدّ حاليّاً من النسخ الجيدة المعتمدة لذلك الكتاب . ومما يدل على استيعابه الجيد لمواد الكتاب أنه الناسخ الوحيد الذي بدل استعمال رموز المؤلف على الرسوم التوضيحية للكتاب ، واستعاض بدلاً منها بالحروف العربية ، بعد أن راجع

(١) السخاوي ، محمد بن عبد الرحمن : الضوء اللامع لأهل القرن التاسع ، مكتبة القدسي ، القاهرة ، (١٢ جزءاً) ، ١٩٣٤ - ١٩٣٦م .

المعنى المقصود في النص . وسبب هذا التعديل هو أنه رأى اختلافاً في الرموز بين النسخ المختلفة[1] .

٢- ابن العقاب عبد الخالق بن محمد ، ولد عام ٨٥٣هـ/١٤٤٩م . وكان متميزاً في الميقات وفي شد البياكيم (أي صنع الساعات) ، مع تحصيل علوم كثيرة كعلوم الشريعة واللغة والحساب[2] .

ويدل نص المخطوط على أن المؤلف كان متقناً لعمله ، ومطلعاً على العلوم المتصلة بمجاله ، بارعاً في الحرف اللازمة لصنع الآلات . وهذه بعض الأمثلة على براعته :

١- أكثر الأجزاء التي يذكرها في الكتاب من ابتكاره ، وإذا ذكر شيئاً من ابتكار غيره نسبه إليه صراحة ، ومن ذلك ذكره لما علّمه إياه صديقه مرجان الجمالي . وإذا كان بعض أجزاء آلته سبق ذكرها في كتاب الجزري (الذي تم تأليفه سنة ٦٠٢هـ / ١٢٠٦م) . فإنه يكتفي بالإحالة إليه دون أن يشرح تلك الأجزاء بالتفصيل . ولذلك يعد بكتابة نسخة أخرى للكتاب قائلاً (ورقة ٢٠و) : «وإن فسح الله سبحانه وتعالى بمنه وكرمه في الأجل وساعد القدر ، وأبرزت هذه الأعمال بالفعل ، رتبت هذه الرسالة أحسن ترتيب ، وصورت فيها جميع ما يحتاج إليه ، بعد أن أوضح الكلام عليه بنهاية ما أستطيعه من الإيضاح ، ولا أحيل فيه على كتاب ، كما صنعت هنا . فإني أحلت كثيراً من الأعمال على كتاب العلم والعمل للعلامة البديع عماد الدين إسماعيل بن الرزاز الجزري تغمده الله برحمته ، قصد الاختصار ، وطلبًا لإثبات ما ابتكرته ، دون كثير مما عداه» .

(١) السخاوي ، المصدر السابق ، جـ ٤ ، ص ٤١ .
(٢) المصدر نفسه ، جـ ٤ ، ص ٤١ .

٢ – المؤلف مطلع أيضًا على كيفية صنع الآلات الفلكية . فعندما يوضح كيفية صنع القرص المعدني الذي تقرأ منه الساعات (ورقة ١٨ و) نجده يستعمل نفس الأسلوب الذي اتبعه صانعو الأسطرلابات في تقسيم الصفيحة الأم ، وكثير من أجزاء آلته عبارة عن أجزاء آلات فلكية .

٣ – من الأمثلة على براعته في الصناعات قوله (ورقة ٢٢أ ، ب) حول سبك المعادن : «فائدة في سبك المقلب الذي في قدره الصغير هذا دائمًا يعسر عمله على كثير من السباكين ، لأنهم لا يعرفون كيفية إخراج القالب من المقلب . فينبغي أن تتخذ القالب من ملح مسحوق . . . إلخ» .

موقع «الرسالة القدسية» بين كتب الميكانيكا التراثية :

توضح لنا نصوص المخطوطة أنها تطور مهم لما كتب قبلها من عدة أوجه . فالمؤلف بارع ومتمكن من المادة التي يتحدث عنها ، فإذا تحدث عن الزمن ومعايرة الساعة الزمنية نجده بارعاً في مبادئ معايرة الآلات المشابهة مثل الأسطرلاب . وإذا تحدث عن صنع أجزاء خشبية نجده يتحدث عن العناية في نجارتها كأنه نجار بارع . وإذا تحدث عن أعمال المعادن مثل السبك وتخليص السبيكة من القالب نجده متفوقاً أيضاً . ويظهر أن مؤلف «الرسالة القدسية» بارز في الابتكارات والاختراعات ، حيث يوضح في الكتاب ما اخترعه هو ، ويميزه عما وجده مكتوباً عند الجزري ، وما تعلمه من صديق له هو مرجان الجمالي ، شاد السواقي (أي المهندس المشرف على بنائها) في حياته . وكان ممن اشتغلوا في الحساب والهيئة والهندسة والميقات[1] . ومما يذكر من براعات مؤلفنا :

١– آلة يسميها المنجنيق ، وهو ذراع يضبط حركة التروس أو المسننات على غرار

(١) السخاوي ، المصدر السابق ، جـ ٤ ، ص ٤١ .

السقاطة ، والمنجنيق يتحرك بضغط الماء فيحرك أضراس الترس بقدر ضرس واحد ، فيحرك ذلك الساعة .

٢- الجهاز الذي يصفه الكتاب يعمل دون توقف ودون تدخل إنسان حسب قول المؤلف ، وذلك بواسطة سيفون بعوامة ، بحيث يعاد ملء خزانه يوميّاً كما كان ، فلا يحتاج إلى ماء جديد .

٣- تطوير بعض آلات الجزري : فهو يذكر أنه جعل معرفة الماضي والباقي في أوقات الصلاة مرتباً على حركة مختلفة عن حركات الجزري . لأن الجزري آلته مختلفة السرعات ، أما آلة مؤلفنا فذات سرعة ثابتة . ثم يستدرك المؤلف قائلاً : بأن فضل السبق والتفوق للجزري ، الذي هو أستاذه كما قال في هذا المجال .

فنرى مما سبق أن «الرسالة القدسية» إضافة مهمة إلى تاريخ الميكانيكا عند العرب والمسلمين ، وأن نشرها يضيف رصيداً جديداً للباحثين في هذا المجال التقاني المفيد .

منهج التحقيق :

تظهر صفحات الرسالة القدسية مكتملة لا نقص فيها ، وعلى الرغم من أن الناسخ لم يقم بترقيمها ، وإنما تم ترقيم الأوراق حديثاً ، إلا أن تتابع واكتمال صفحاتها يستدل عليه بوجود تلك التعقيبات المثبتة في أسفل الصفحات . ويمكن القول إن قراءة المخطوط سهلة ممتنعة ، فهي من ناحية لا يعتريها ما يعتري صفحات المخطوطات العتيقة جراء عوادي الزمن الكثيرة من قبيل تسيح الأحبار ، سوى في مواضع محدودة ، أو تشقق الأوراق ونحوها ، وهي مظاهر قد تعسر القراءة في كثير من الأحيان ، بل قد تؤدي دوراً أساسيّاً في عدم تفهم

فحوى بعض ألفاظ المخطوط ومفرداته . ومن ناحية أخرى لم يكن من المتعذر تقويم اعوجاج ذلك العدد غير القليل من الكلمات التي ظهرت بصورة غير صورتها الحقيقية . وقد اعتمدنا في تحقيقنا لهذا المخطوط - قدر الإمكان - على أسس تحقيق التراث التي أصدرتها المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم[1] .

ومهما يكن من أمر فإن المعاين لصفحات المخطوط يلاحظ أنه يواكب أسلوب الكتابة في ذلك الزمان (ق١٠ هـ) ، حيث ترد مقاطع فقراته مسرودة بشكل متتابع لا يفصل بينها فاصلة أو نقطة معلومة . كما أن الفقرات نفسها تظهر متلاحمة ومتتابعة بحيث تبدو الصفحة وكأنها فقرة واحدة ، بل لا تظهر النقاط حتى في تلك المواضع التي تبدو مطلوبة فيها كنهايات الأبواب والفصول والتنبيهات والفوائد ونحوها . ومع ذلك ؛ فإن هناك بعض المواضع النادرة التي ظهرت فيها النقاط وخصوصاً نقاط الاختتام أو النهاية ، أي نهاية الفصول ، وليس داخل متن الفقرات . وهي نقاط ذات هيئة فنية بسيطة تنفذ بسن القلم وينبثق منها بروز يلتف حولها على غرار محيط الدائرة . وأمام هذه الوضعية فقد عمدنا إلى إضافة ما تتطلبه جمل وفقرات النص من الفواصل والنقاط ، وذلك تيسيراً للقارئ في تتبع متن المخطوط وفهمه .

ولقد وردت في متن المخطوط هفوات متنوعة ، منها هفوات لغوية مثل «ثم يتخذ أربع حبال . . .» والصحيح «أربعة» ، ومثل «ثم تتخذ حوض . . .» والصحيح «حوضاً» ونحوها . وهناك هفوات ناتجة جراء أسلوب الناسخ في الكتابة مثل «لن» بدل «أن» و «للثابتان» بدل «الثابتان» . وثمة سقط ملحوظ في نقاط الأحرف ، مثل «حرزة» بدل «خرزة» و «مكسوفاً» بدل «مكشوفاً»

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم : «أسس تحقيق التراث العربي ومناهجه» ، معهد المخطوطات العربية ، الكويت ، ١٤٠٥هـ .

وغيرها كثير . كما أن عدم نقْط التاء المربوطة مثل «مسطرة» ، والياء مثل «الجزري» ، وعدم وضع الهمزة في الكلمة المفتوحة مثل «أول» ، أو المكسورة في مثل حرف الجر «إلى» ، هي السمة العامة في كامل المخطوط . كذلك قمنا بتعديل تلك الكلمات المكتوبة برسم غير معهود في عصرنا الحالي كـ «صفائح» بدل «صفايح» و «ثلاثة» بدل «ثلثة» ونحوها . وقد عدلت هذه الهفوات الطفيفة في المتن المحقق مع الإشارة إلى ذلك في حواشي الصفحات .

كذلك أثبتنا في حواشي الصفحات ما يتطلبه الأمر من ترجمة موجزة مفيدة للأعلام الواردة في متن المخطوط ، مع الإحالة إلى أبرز المصادر التي اقتبسنا منها تلك الترجمة . كما عرفنا تلك المصطلحات التي وردت في النص وارتأينا أنها بحاجة إلى توضيح ، وأحلنا القارئ إلى مصدرنا في التعريف .

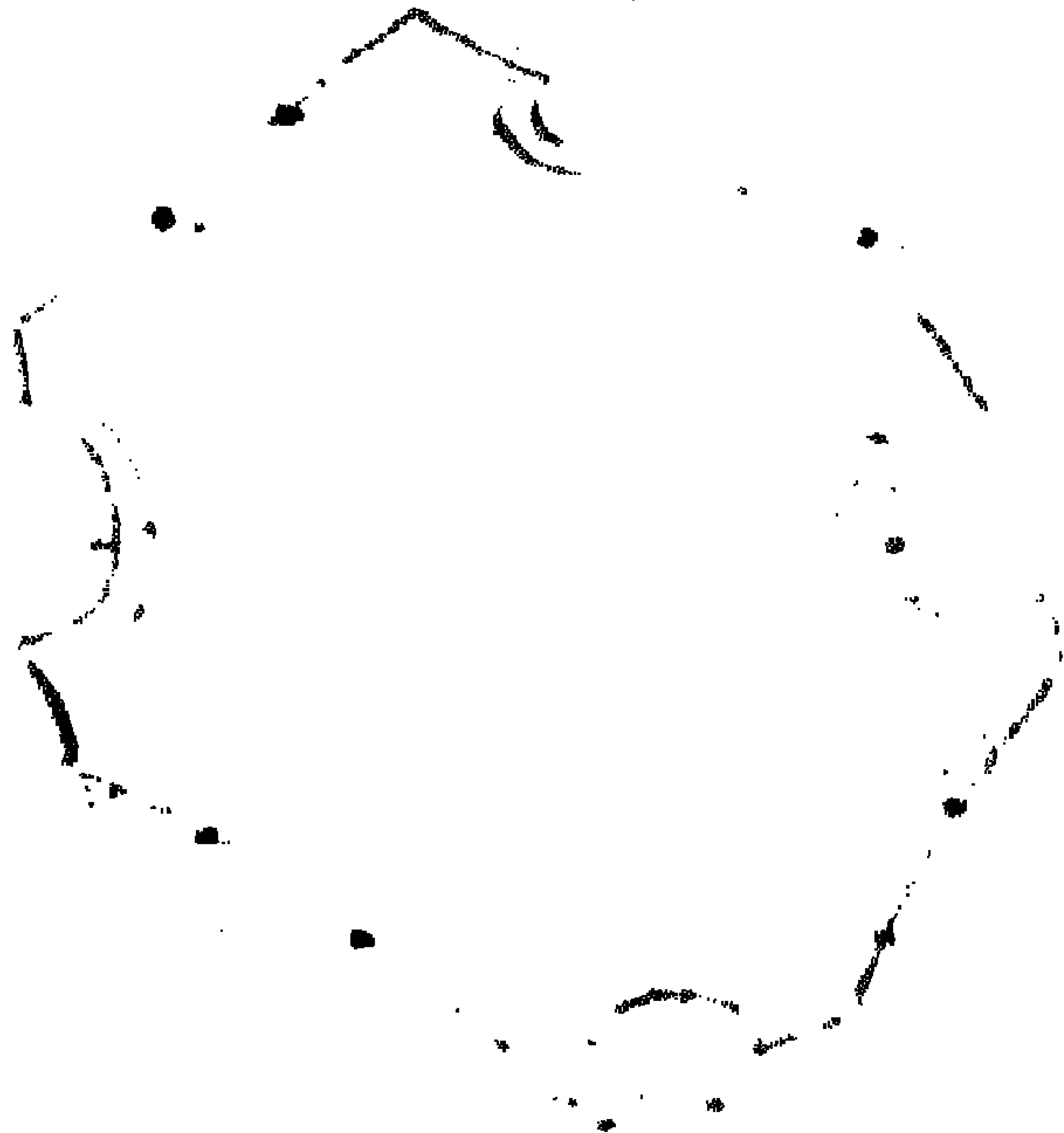
ولقد عمدنا خلال التحقيق إلى إضافة ما يقتضيه سياق النص ووضعناه بين معقوفين [ ] . كما قمنا بدمج تلك المقاطع المكتملة المثبتة على هوامش نصوص بعض الصفحات في مواضعها المناسبة في المتن ، كتلك الفائدة التي تحتل الهوامش الأيمن والأعلى والأيسر في ص ١٥ . كذلك عمدنا إلى رسم الأشكال التوضيحية الواردة في المتن ، وذلك باستخدام الأدوات الهندسية ، حيث إنها كانت مرسومة يدويًا ، مع الإبقاء على لوني الحبر الأسود والأحمر المنفذ بهما تلك الأشكال وما يتبعها من تعليقات . أما فيما يتعلق بكيفية ترتيب الصفحات ، فقد قمنا بتمييز صفحات المخطوط بإضافة سهم على يسار رقم الورقة بين هلالين ، وذلك لتوضيح موقع النص الذي تبدأ الصفحة به . فمثلاً (٧ و←) تعني أن الصفحة (٧ - وجه) هي التي على يسار السهم .

وفي خاتمة التحقيق أوردنا كشافات توضيحية يخص أولها أعلام الأشخاص ، وثانٍ خاص بالأماكن ، وثالث لأجزاء الآلة التي تصفها الرسالة ، ورابع للكلمات التي شرحناها في حواشي الصفحات .

نسأل الله العلي القدير أن نكون قد وفقنا في تحقيق نص المخطوط على الوجه الذي يرضيه ، فما كان فيه من صواب فمنه عز وجل ، وما كان فيه من خطأ فمن أنفسنا . كما نأمل أن يجد فيه القارئ الكريم ما ينفعه ويفيده ، فهذا مبتغانا ومقصدنا الذي نصبو إليه .

المحققان

... تنتفع به في الفوارير ... والالة الفلكية ...
بعد ... تنتفع بها ... بالخبرة في الحقيقة للوضع بحسب ما ...
... في عمل الفسقية والشادروان تتخذ صفيحة على
اي شكل اختار الواضع اما مربعة او مسدسة او مثمنة والمثمنة الطف فان ...
مثمنة فالاولى ان تجعل على هذه الصورة والنقط السود علامة موضع الفوارة
ويكون ... ضلع منها ثلث ذراع ويمكن ان تجعل ... هذه الدوائر
ما ... غير ذلك من الاشكال ونحوها ان تعمل مدورة الشكل الا ان ...



ثم تتخذ قصبة ... تحت الفوارة ... الفسقية ... تحت كل فوارة خرقا
يدخل فيه الفوارة ... عليه وتجعل تحتها ... حاملا لها عرضه اربعة اصابع ...
عن ... الفسقية ... اصابع معقودة وعلى اعلا الفسقية بافريز آخر

ورقة ٧ ظهر

فانظر الى مورى المتحركة فانه

كان قاصدا بحركته الى جهة مورى الثابتة اى آخذا فى القرب منها فانت

قبل الزوال وان لم يكن قاصدا بحركته الى جهتها بل هو آخذ فى البعد عنها

فانت بعد الزوال وما وازاه مورى المتحركة من اعداد الثابتة بعد الزوال

فهو الماضى من الزوال فان اردت ان تعمل فصل دائر للعصر فاتخذ مورى بابا

متحركا على ما تقدم من عمل الدائرة المتحركة وادر الدائرة المتحركة

حتى يتلاقى المورى [illegible] الثابت وحرك مورى العصر حتى يقع على مقنطرة

العصر [illegible] الثابتة من الجهة التى [illegible] فيها المورى الثابت فى المتحركة

قبل الزوال [illegible] ذلك [illegible] بعد ان [illegible] حرك الدائرة المتحركة حتى يوازى

مورى الثابتة [illegible] المتحركة [illegible] قوس [illegible] بعد الحركة [illegible]

فاذا تلاقى المورى [illegible] وقت الزوال [illegible] مورى العصر [illegible] الثابتة [illegible]

[illegible] الى [illegible] حتى يوازى مورى العصر [illegible] الثابتة فهو

وقت العصر [illegible] مورى العصر بعد ذلك من الثابتة فهو الماضى

من العصر وما دام المورى [illegible] دائرة حركته الى مورى الثابتة فانت قبل العصر

وما دام [illegible] بعد العصر و [illegible] ان تعمل مورى با

آخر [illegible] للغروب [illegible] حرك الدائرة [illegible]

حتى يتلاقى مورى [illegible] الثابتة [illegible] العصر حتى يقع على مثل قوس

عصر [illegible] من الثابتة من الجهة التى [illegible] مورى الثابتة

[illegible] قبل الزوال ثم حرك الدائرة حتى يتلاقى مورى العصر ومورى

الثابتة ثم حرك مورى الغروب حتى يقع على مثل ما بين العصر والغروب

من الجهة التى يكون فيها مورى العصر قبل العصر وبعد الزوال ثم

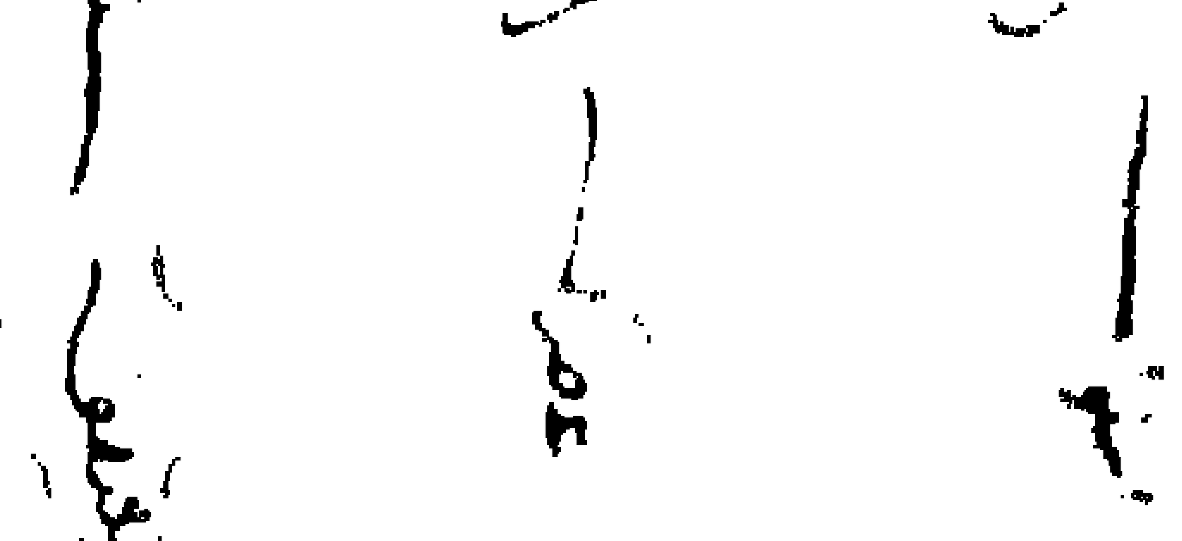
حرك الدائرة حتى يوازى مورى الثابتة من المتحركة قدر [illegible] قوس

مبارك

ورقة ١٤ ظهر

المتقدمه ثم تاخذ من احدى المساطر المتقدمه قدر اعظم حصص الشفق لبلدك او بلد
وتضع احدى رجليه على طرف هذه المسطرة وعلم بالاخرى علامه واقسم من بعد العلامه
الى الطرف الاقصى بقدر اعظم حصص الشفق لبلدك واكتب الاعداد على الاقسام
مبتدئا من العلامه منتهيا الى آخر ذلك الطرف ثم اقسم ما بقي من المسطره [illegible]
من طرح اقصر حصص الشفق لبلدك من قوس الليل الاطول لها واكتب على هذا
القسم اعداد مبتدئا مما يلي اول اعداد القسم الاصغر منتهيا عند الطرف الآخر
ولم يخف عليك عمل مسطرة الفجر مما تقدم فلا نطيل بها ثم ضع موريا عند ملتقى الذي يمين
وسمه مورى الشفق وضع هذا المورى من موازاة مسطرة الماضي على قدر حصة
الشفق في ليلتك فهذه المسطرة يعلم منها ما بقي للعشاء قبلها والماضي بعدها اي
وقت شئت من الليل تلبث [illegible] ان عملت مسطرة الشفق
او الفجر مع ظهر مسطرة العصر فاجعل موريا ذي وجهين ينفك ويتركب على ما اصف
عمله في موري [illegible] صفة عمل الموري
وتركيبها على المساطر يتخذ من كل مسطرة هامشا ساذجا عن القسمه والتخطيط
يرسم في بعضه اسم تلك المسطرة لتتميز ويوضع المورى في ذلك الهامش لئلا يغطي
على بعض خطوط القسمه على مثل هذه الاشكال او اي شكل شئت كالمسدس
والمخمس والمثلث والمربع [illegible] كالكمثراه والصنوبري وغير ذلك

واذا شئت ان المورى ينفك
ويتركب فلا تلصقه على المسطرة
بل اجعل على المسطرة اربعة عصافير
يضبطه من جهاته الاربع واجعل



له عروة وقوس مثل الاسطرلاب
ومتى وقع محل الموري على ملتقى مسطرتين فاقطع صفحتي نصفين طولا في طرف
[illegible] نصف صفحته واجعل شظاعه في احدى المنصفين والله اعلم
[illegible] المطالع وتسوية البيوت الاثنى عشر اعلم ان عمل

الطالع

ورقة ٢٥ ظهر

الخابيه في مدة الاطول لبلد كل يخرج في مدة اقصر من ذلك سنة فما دونها
فان ذلك لا يضر فاذا طرح مدة كم يخرج هذا القلب لمطلوب خرج منه مثل طول
محيط نهر الفرص من الخابيه فجعله طول النهار الاطول مرتب على ذلك
النهار الاطول فضل دائر عصره وحصتي شفقه وفجره ومن شأنه
فاجعل على حكم عرض بلدك واعلم ان هذه الخزانه تعمل بها جميع
الاعمال ما عدا الطالع في كل بلد طولها عد الاطول اقصر من النهار الاطول
المرتب عليه عمل تلك الخزانه بلدوج كل غرس يكون نها ع الدايات فيه اقل
من نهار الخزانه الاطول او مثله يكون اخرا كلها وان كان سهل من
اخرج فلدن زيادة ذلك النهار على نهار الخزانه الاطول والليل كالنهار
في ذلك ولكن هذا القدر اخر ما يتعلق بالاعمال الفلكية هذا الباب
والحمد لله الملهم للصواب وصلواته على سيدنا محمد المويد بالمعجزات وفصل
الخطاب وعلى اله واصحابه الغر الانجاب ما لمع سحاب وهطل سحاب
وسلم تسليما كثيرا
باب في شعرها ونبيذها طاسه يصب فيها احد الوان الثلث دوران وكلما امتلا
الطاسه حلتها الجاريه بيدها فصبت جميع ما فيها على راسها وشعرها وجسدها
وهذه ليست لي وانما للعلامه ابن الحريري رحمه الله وانما حكي لي شخص انه
عاينها في بعض حمامات بلاد الروم وكان استاذا في علم الحيل وانا حلي عليها اجمالا
رحمه الله رحمة واسعة وهو الامير مرجان الجالي المعروف ببستان تتخذ
جاريه مولفه من نحاس ويتخذ قحف راسها وحلقها ويخرق كله الجا نفار فيعه
[illegible] ويوخذ طاقات من شعر اسود يكون طول الطاقة شبر ويربط
[illegible] حلقه ويدخل بطرفها الاخر من مقعر القحف ويجر من محدبه

ورقة ٣٠ وجه

تقدير ما يخرج من فم القناة ومدخل الحوض
لضرورة الخلاء ولو جعل مخرجه الحوض
أسفل من مدخل الماء إليه فإن كان الكثير
من ماء الخابية المعروف ستابه [illegible]
وصوب إلى أسفل هذه القناة إذا لم يرد الماء
خارجاً من الحوض حتى يمتلئ [illegible]
الحوض فيدخل الهواء في القناة ويفسد
العمل لأنه حينئذ لا يلزم الخلاء وعلى [illegible] أن الماء [illegible] يرجع
إلى أسفل إذ لا مصرف له [illegible] الجميع القناة بل قليل يدخل
الهواء ولا بد له من الهبوط [illegible] في القناة بحسب أعلاها
فكلما خرج منه شيء تبعه ما وراءه وعلى تقدير صحة ما قلته فإنه لا يحتاج إلى
الحوض سوى حتى تمتلئ القناة ثم يمكن رفعه بعد ذلك لا يحتاج إليه [illegible]
تكلف وإن ثبت ما قلته فإنه يكون أحسن بكثير [illegible] إذا رفع الحوض حتى عن
الحاجة كفى العمل جداً فلا يعرفونه ولو رأوا القناة وفككوها وينبغي
أن تجعل قابلة للفك والتركيب لسهولة تغيير الجلد ولكن عملها مثل عمل النفير
في تفكيكه وتركيبه والله أعلم وإن ثبت ما قلته لا يحتاج
إلى الحوض أصلاً بل تسد فم القناة [illegible] من مصرف [illegible] ويكون في مصرف [illegible]
منفذان واحد يصب منه الماء وواحد يخرج منه الهواء ويحصل عليها [illegible]
[illegible] وينبغي إذا اتفق أن [illegible] فإن ذلك يعين على خروج الماء
للتقييد كلما ارتفع فم القناة الذي يخرج منه الماء كان أعون [illegible]
[illegible] الجلد ما أمكن ويشترط عطف الجلد على [illegible]
[illegible] الماء كله

ورقة ٣٢ وجه

كان فيها شطلية او اكثر وهكذا الى ربعة اشكال ترتيبها شبه من الارتفاعات في اي وقت شئت بهذه النكتة واسهلها وينبغي ان يغلظ محيط الشطليات ما امكن او يجعل بدله عواضد مستعملا ودوائر بين قوسين وربما جعل في كل عارضة شطلية بعضها مروع وبعضها مفرد ويلصق كل واحد من الحلقة تدوير العارضة وقد دار يدها وتعت على ظهر العوارض واطلق عليها عصافير العود من اراد ابطالها ككبشه بحيث يدور في جوف ثقب العود ... العصافير (١)

بسم الله الرحمن الرحيم
وصلى الله على سيدنا محمد واله وصحبه وسلم

الحمد لله ذي العظمة والكبرياء والمن والبهاء الذي احاط علمه بجميع ما في الاخرة والاولى والصلاة والسلام على افضل مخلوق تدو ... وعلى اله وصحبه وخاصته وبعد فهذه نبذة لطيفة في ... العقول اللطيفة اعلم ان الحيل خلاصة العلوم الرياضية ولب القواعد الهندسية مع اشتمالها على عظيم المنافع ودقيق الصنايع والاوضاع الشريفة والالات اللطيفة فمنه ما يشرح الخاطر ويبهج الناظر ويطرد الهموم ويزيل الغموم ومنه ما يعلم منه الساعات واوقات العبادات من غير حاجة الى شمس والقمر والكواكب في نوم الليل ... العجايب ومحاكات الفلك شمسه وقمره وكواكبه وطالعه وغاربه ومنه ما يتوصل به الى استنباط المياه من الابار والانهار لسقي الزروع والاشجار والى عمل الطواحين والمعاصر من غير حيوان دائر وسائر وهذا

الطريفة

اعطها فانت ...

ورقة ٣٤ وجه

وما ينبغي [illegible] الأفراط لكثرة زيادة كيف تتناقص الربع [illegible]

الى كل ما جعل على السهم الواحد دوائر متعددة [illegible]

[illegible] ان يتخيل القنطرة ما جعلت مستقيمة [illegible]

نصف حلقة وذلك بأن تكون دونها مثل [illegible] ومستقيمة [illegible]

كسلسلة متقابلة ليحصل بداية الربط او نهايته وذلك بأن تعطف على احد وجهيها [illegible]

المستطيلات خطا يوازي ضلعي كل الوجه الأطول [illegible]

على [illegible] خطا يوازي ضلعي كل الوجه الأقصر [illegible]

على نصف ما [illegible] بداية الربط او نهايته [illegible]

[illegible] على [illegible] ويعلم [illegible] المستطيل

[illegible] موضع العلامتين [illegible]

[illegible]

[illegible] المستطيل [illegible]

[illegible] المستطيل [illegible]

[illegible]

[illegible] عليها السلام [illegible]

والحمد لله رب العالمين وصلى الله على سيدنا محمد [illegible]

[illegible]

[illegible] كتبه عبد [illegible]

[illegible]

ورقة ٣٨ ظهر

النص المحقق

بسم الله الرحمن الرحيم وصلى الله على سيدنا محمد وسلم

(١ظ ←) أما بعد حمداً لله على أفضاله والشكر له على جزيل نواله، والصلاة والسلام على سيدنا محمد وصحبه وآله، فإنني لما كنت مقيماً ببلدتي التي بها مولدي ومنشئي - وهي القاهرة المعزية، حماها الله تعالى، وجعلها دار إسلام إلى يوم القيامة - كتبت مسوَّدة فيما يتعلق بعمل فسقية وشادروان[١]، دائمة العمل، لا تحتاج إلى ماء من خارج عنها وعن آلاتها. ويجعل لها[٢] آلة فلكية بها يعلم منه ساعات ماضية من الشروق والغروب، أو دائر أو فضل دائر، بحسب ما يختار الواضع. وعند أوقات الصلاة تعمل نوبة طبالين ومزمرين وصناجين ورقاص. ونبهت على أنه يمكن أن يجعل تحت الشادروان صورة امرأة تتلقى من الشادروان، وتغتسل بالطاسة كلما امتلأت. ويمكن أن ينضم إليها صورة رجل يفعل مثل فعلها. ويمكن أن يعمل أيضاً جارية أو رجل، في يد أحدهما طاسة يغرف بها من حوض ويصب على نفسه. ويمكن أن يجعل بين الفسقية والشادروان سرير عليه صورة امرأة ورجل، يملأ كل منهما للآخر كأساً في يده من ركوة[٣] معه فيشرب، ثم يملأ الذي شرب للآخر فيشرب.

---

(١) الفسقية هي حوض ماء تتوسطه نافورة. وقد تتعدد الفساقي في بركة واحدة، فتكون عدة أحواض صغيرة يتوسط كل واحدة منها نافورة. وهي «الخصة» عند أشقائنا في شمال أفريقيا. أما الشادروان (ويكتب بالدال المهملة أو الذال المعجمة أو المنقوطة) فهو عبارة عن لوحة من حجر، مزخرفة ومحفورة بأقنية، تركز مائلة في صدر قاعة تجري عليها المياه خفيفة لترطّب الجو. انظر: غالب، عبد الرحيم، موسوعة العمارة الإسلامية، نشر جروس برس، بيروت، ١٩٨٨، ص ٢٣٣، ٢٩٨-٣٠٠. فالشاذروان إذن هو الشلال الاصطناعي بلغة عصرنا.

(٢) في الأصل: له.

(٣) الركوة هي دلة القهوة. انظر: دوزي، (رينهارت)، تكملة المعاجم العربية، تعريب محمد سليم النعيمي، وزارة الثقافة والإعلام العراقية، (صدر الجزء الأول سنة ١٩٧٨م، وما زالت أجزاؤه تصدر حتى عامنا هذا، وهو ٢٠٠١م)، جـ٥ ص٢١٢.

ويمكن أن يجعل الفسقية بين الشادروان وبين قصر الملاهي والجارية والرقاص الذي عمله العلامة أستاذ الزمان البديع عماد الدين إسماعيل بن الرزاز الجزري[1] تغمده الله برحمته ، وهو الذي استفدت من كتابه في هذه الصناعة أعني صناعة الحيل ، ويسر الله عليَّ فيها بما لم أسبق إليه ، مع حذف أشياء من القصر لا يحتاج إليها تذكر في محلها ، وأنه ينبني على ذلك من الفروع أشياء كثيرة غير ما ذكرناه مثل فنكّان[2] الطواويس التي ذكرها العلامة ابن الجزري .

وكنت تركت المسوَّدة المذكورة بالقاهرة . فلما حللت ببيت الله المقدس الشريف (٢و-هـ) المعظم المنيف ذاكرت بذلك من طاعته عليَّ فرض ، ولا أستطيع مكافأته على إحسانه الطويل إلى يوم العرض . فالتمس مني أيده الله أن أرتب له كيفية عمل الآلة المذكورة ، وأجعلها ضمن رسالة مسطورة . فمنَّ الله تعالى بفضله وعظم بركته ، ويمن المشار إليه وسعادة عزته في ذلك ، بطريقتين عظيمتين مفيدتين ، أقرب مأخذاً وأسهل تناولاً من الطريقة التي كنت اخترعتها بالقاهرة ، مؤيدة بالأدلة الظاهرة . وجعلت هذه الرسالة توطئة للعمل مستعيناً بالله من الخطأ والزلل ، وسميتها بالرسالة القدسية في عمل الشادروان

---

(١) هو أبو العز إسماعيل بن الرزاز الجزري ، نسبة إلى منطقة الجزيرة الواقعة بين دجلة والفرات شمال العراق . لا توجد له ترجمة في المصادر فكل المعلومات عنه نستنتجها من كتابه في الحيل (الميكانيكا) . فهو التحق بخدمة بني أرتق حكام ديار بكر سنة ٥٧٠هـ (١١٧٤م) ، وألف كتابه للحاكم سنة ٦٠٢هـ (١٢٠٦م) ، وتوفي في السنة نفسها بعد تأليف الكتاب بقليل . نشر كتابه «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل» سنة ١٩٧٩م ، بتحقيق أحمد يوسف الحسن ، رئيس جامعة حلب ومدير معهد التراث العلمي العربي فيها حينذاك . وكان قد نشر مترجماً إلى الإنكليزية سنة ١٩٧٤م ، وترجمت غالبية محتوياته إلى الألمانية في بحث نشر سنة ١٩١٥م . وهو أعظم كتاب في الميكانيكا ألف قبل عصر النهضة الأوربية ، بكل اللغات وكل أقطار العالم ؛ انظر : لطف الله قاري ، «الآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي» وموقع كتاب «الرسالة القدسية» ، مجلة تاريخ العلوم العربية ، نشر جامعة حلب ، المجلد ١١ ، سنة ١٩٩٧م ، ص ٢٩-٩٠ ، والمراجع المذكورة في ذلك البحث .

(٢) في الأصل : فنكات ؛ وفنگان بالگاف الفارسية (g) تعني الساعة الآلية ، وفنگان الطواويس هو احد الساعات الآلية في كتاب الجزري ؛ انظر قاري ، لطف الله ، «الآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي» ، المرجع السابق ، مجلد ١١ (١٩٩٧م) ، ص ٢٩- ٩٠ .

والفسقية . والمرجو من الله تعالى أن تبرز هذه الآلة من القوة إلى الفعل التمام على أحسن وجه وأكمل نظام . وحينئذٍ فأوضح هذه الرسالة وأصور فيها ما تحتاج إليه هذه الآلة ، وأبسط العبارة على أوضح حاله ، وبالله التوفيق ، والمعونة على سلوك طريق التحقيق ، إنه جواد كريم غفور رحيم . وجعلتها ثلاثة أبواب :

الباب الأول : في الطريقة الأولى :

يتخذ سهمان مربعان طول أحدهما شبر(١) وسمكه إصبعان مضمومتان في مثلها . ثم تبخش(٢) من عند كل من طرفيه مبعداً عن الطرف بقدر إصبعين مضمومتين على منصفه بخشاً نافذاً ، يدخل فيه إصبع . ومن الوجه الآخر أنزل من البخش الأول بإصبع كالبخش الأول بحيث لا يتلاقى البخشان . فيجتمع في هذا السهم أربعة أبخاش نافذة ، في كل طرف منه بخشان . ثم تتخذ أربعة أسهم مستديرة على شكل(٣) الأقلام ، طول كل منها فتر(٤) ، تدخل قهراً في الأبخاش . ثم تتخذ أربع عوارض طول كل منها شبر في غلظ إصبع مستديرة الشكل (٢ظ ←) مربعة الأطراف . ويبخش كل منها من طرفيه بخشين يدخل في أطراف المحاور قهراً ، بحيث تبقى العوارض الأربع موازيةً للسطوح الأربعة من هذا السهم . فهذا يسمى دولاب العوارض(٥) .

---

(١) الشبر : مسافة بين طرف الإبهام وطرف الخنصر إذا بسط الكف بسطًا كاملاً ، الكرمي ، حسن : الهادي إلى لغة العرب ، قاموس عربي - عربي ، دار لبنان ، بيروت ، ١٩٩٢م ، ج٢ ص ٤٢١ .

(٢) البخش هو الثقب ، دوزي ، المرجع السابق ، جـ١ ، ص٢٤٩ .

(٣) كرر الناسخ جملة «على شكل» ثم شطبها .

(٤) الفتر : ما بين طرف الإبهام وطرف السبابة عند المد ، انظر الكرمي ، المرجع السابق ، ج٢ ص ٤٢١ . وقد عرّف مؤلف المخطوطة الفتر بقوله : «والفتر قدر عشرة أصابع وهو ما بين رأس الإبهام ورأس السبابة» ، صفحة ٣٢ظ .

(٥) الدولاب هو العجلة ، والعوارض جمع عارضة ، وهي عمود من خشب أو غيره ، يعلق أفقيّاً إما فوق الجدار لحمل السقف ، أو لتعليق أشياء عليه في حالة الآلات وقطع الأثاث ؛ انظر : غالب ، عبد الرحيم : المرجع السابق ، ص ٢٦٩ .

ثم تتخذ عضادة[1] من نحاس أو خشب صلب ، طولها شبران وعرضها إصبعان مضمومتان ، وسمكها عرض إصبع . ثم تحفر في السهم الآخر من وسطه في منتصف طوله حفراً طوله مع عرض السهم إصبعان مضمومتان ، وعرضه مع طول السهم عرض إصبع . وتدخل فيه العضادة قهراً وتسمّر فيها معارضاً . وتبخش العضادة من الجهة العريضة من أعلاها بخشين : بين الأول وأعلاها عرض إصبع . وبين الأول والثاني كذلك . فتجعل محور الإناء في الباقي ، والحبل المتصل بدولاب العوارض في الأول ويمكن بخش محور الإناء مائلاً إلى الجهة التي تميل إليها العضادة عند ملء الإناء ، فهذا دولاب العضادة ويسمى دولاب الإناء أيضاً .

ثم تتخذ إناءً من صُفْر[2] أخف ما يمكن ، شكله ربع كرة ، يسع نصف رطل ماء بالمصري ، ويفضل من الإناء عرض إصبع . ثم يبخش الإناء مما يلي فوهته بخشًا قريبًا من بخش العضادة . ويوصل بين بخش الإناء وبخش العضادة بمحور أغلظ من الميل الغليظ . ويسنن طرفه من الجهتين ليبقى شكل فلسين[3] بحيث يدور الإناء في المحور بسلاسة زائدة . ثم يجعل في نهاية تحديبه ـ وهو سفله من خارج ـ قطعة نحاس من ميل رقيق ، ويلصق محكمًا .

---

(١) العضادة هي : عمود يرتكز عليه الجدار أو الدربزان ، وعضاضتا الباب هما اللوحان على اليمين والشمال ضمن إطار الباب . وإطار الباب هو ما نسميه اليوم الحلق والحلوق ؛ انظر : غالب ، عبد الرحيم ، المصدر السابق ، ص ٢٧٥ .

(٢) وضع الناسخ مقابل كلمة «صفر» المشكّلة ، على الهامش الأيمن عبارة : «أي نحاس» .

(٣) الفلس : عملة نحاسية صغيرة ، انظر : البقلي ، محمد قنديل ، التعريف بمصطلحات صبح الأعشى ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، سنة ١٩٨٤ م ، ص ٢٦٣ .

ثم يتخذ قادوسان[1] من صفر، أحدهما يسع نصف رطل، والآخر رطل، بالمصري. ويفضل[2] من كل إناء عرض إصبع. ثم تسمّر[3] في كل قادوس عضادة في أعلى[4] صدره، تفضل عنه قليلاً من الجانبين (٣و ←) عرض كل عضادة عرض إصبع على هيئة المسطرة. ويبخش في طرفها بخشين يسع كل بخش حبلاً[5] يرفع القادوس. وربما جعل شكل القادوس كأنه قادوس قسم نصفين بصفيحة مستوية السطح قائمة على مركز سفله.

وربما جعل شكل نصف دورق[6] عليه صفيحة مستوية السطح، وتسمر[7] العضادة في هذين الشكلين على تلك الصفيحة المستوية السطح[8]. ويجعل في شكل كل قادوس على أي شكل فرض من هذه الأشكال قطعة نحاس من ميل رقيق، طولها بحيث إذا استقر سفل القادوس على سطح الماء صدم الطبقة العليا من الحوض، فأمال القادوس على جنبته ليمتلئ، محكمة الإلصاق.

ثم تتخذ محوراً من خشب صلب، أو خشب الجميز[9] الجيد السالم من التشقيق والخور، مستديراً: طوله شبر وقطره طول إصبع. وينهر في

(١) القادوس هو سطل يعلق في عجلة الناعورة، يغترف به الماء من النهر والبحيرة، فالفرق بينه وبين الدلو هو أنه مثبت على العجلة؛ الكرمي، حسن، الهادي إلى لغة العرب، قاموس عربي - عربي، دار لبنان، بيروت، ١٩٩٢م، ج٣ ص ٤٨١.

(٢) في الأصل: تفضل.

(٣) في الأصل: يستمر.

(٤) في الأصل: أعلا.

(٥) في الأصل: حبل.

(٦) في الأصل: رورق.

(٧) في الأصل: ويسمر.

(٨) كتب الناسخ قبل كلمة «السطح» كلمة «الشكل» ثم شطبها.

(٩) هو الخشب المستخرج من شجر الجميز. وهو خفيف الوزن شديد الصلابة مقاوم للتآكل. انظر: غالب (إدوارد)، الموسوعة في علوم الطبيعة، التحرير الثاني، دار المشرق ببيروت، ١٩٨٨م، ج١ ص٣٨٧.

وسطه نهر[1] عرض إصبع وسمكه ، أو أقل يسيراً بحسب ما يظهره العمل . وكذا كل نهر فيه . ثم ينهر من أحد جانبيه نهران موازيان لبخشي عضادة أحد القادوسين .

ثم ينهر من الجانب الآخر نهران موازيان لبخش عضادة القادوس الآخر . ثم تتخذ[2] أربعة حبال من الحبال التي تعرف بمصر بالرمانيات[3] ، يكون طول كل حبل منها أربعة[4] أشبار وأزيد قليلاً . ويدخل طرف كل منها في بخش عضادة من عضادتي القادوسين . وتعقد عقدة من خارج العضادة من جهة القادوس . وتربط الطرف الآخر في رزة في نهر القادوس الموازي ذلك النهر لذلك البخش من العضادة . فهذا يسمى محور القواديس .

ثم تتخذ حوضًا[5] من خشب بدائر مسمر عليه ـ وإن كان من نحاس فهو أحسن ـ ويكون دائره مطرف منه شبه الحيضان التي تصب فيها قواديس السواقي بمصر . ويقسم بصفيحة نحاس أو لوح خشب بقسمين : أحدهما ثلث [الآخر[6]] ، والآخر ثلثان ، الثلث من جهة القادوس الصغير والثلثان من جهة الكبير . (٣ظ ←) وتجعل مصرف الكبير في قصبة واصلة إلى الشادروان وفواوير الفسقية[7] وإلى الآلة الفلكية ، كما يأتي إيضاحه إن شاء الله تعالى . ومصرف الصغير في قصبة نافذة إلى فم الإناء الموصول بالعضادة إذا بلغ نهاية علوه . ويسمى هذا الحوض حوض تفريغ القواديس .

---

(١) أي يحفر في وسطه مجرى . الحسن ، تحقيق كتاب الجزري ، ص ٥٧٣ .
(٢) في الأصل : تتخذ .
(٣) نوع من الحبال عرف بمصر في ذلك العهد بهذا الاسم . ولم نجد تفسيرًا في المعاجم لهذه التسمية .
(٤) في الأصل أربع .
(٥) في الأصل : حوض .
(٦) كلمة زائدة نقترح حذفها (المحققان) .
(٧) فواوير الفسقية هي صنابير الفسقية التي ينطلق الماء منها ؛ انظر غالب ، عبد الرحيم ، المصدر السابق ، ص ٣٠٧ .

ثم تتخذ حوضًا عرضه شبر ، وطوله شبر ونصف إلى شبرين ، وعمقه عمق طبقتي الفسقية ، يوضع في أرض الصندوق . ويكون وضعه بحيث إذا أرخيت القواديس من محورها نزلت فيه فملأت منه ، وإذا تبدد منها شيء خارج الحوض عند الصب في الحوض نزل ما تبدد فيه . ويجعل من أسفله قصبة نافذة إلى أسفل الطبقة السفلى من الفسقية . ويسمى حوض ملء القواديس .

وينبغي أن يجعل هذا الحوض طبقتين[1] : العليا [والسفلى][2] عمق العليا مقدار ما ينغمر القادوس الكبير فيه انغمارا تامًّا . وتجعل في وسط أرض العليا بخشاً[3] يسع الإبهام ، ليصل منه إلى الطبقتين جميعًا .

ثم يتخذ حوض مربع ، قطره قدر الإناء مرة ونصفاً[4] إلى مرتين ، وعمقه عمق حوض ملء القواديس . إن جعلت قصبة مصرفه في آخره متصلة بالطبقة السفلى من الفسقية أو حوض ملء القواديس . فإن جعلت قصبة مصرفه في أعلاه ، وصرف إلى شيء أمكن من الأعمال ، فيكون عمقه أربع أصابع مضمومة . ويوضع على أرض الصندوق . ويجعل في أسفله قصبة نافذة ، إما إلى أسفل الطبقة السفلى من الفسقية ، وإما إلى أسفل حوض ملء القواديس .

ثم إن شئت رفعت هذا الحوض حتى يسامت[5] أسفل الطبقة العليا من الفسقية ، ويتصل بفوارات[6] قائمة مقابلة لبعضها بعضًا من جوانب الفسقية الأربعة ، على ما نصف في عمل الفسقية .

(١) في الأصل : طبقتان .
(٢) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .
(٣) في الأصل : بخش .
(٤) في الأصل : ونصف .
(٥) في الأصل تسامت .
(٦) الفوارات أو الفواوير هي التي سبق تعريفها في الصفحة السابقة .

وإن شئت ترفعه أكثر من ذلك . ونهاية ارتفاعه عن الأرض شبران . ويسلط ماؤه إما على الآلة الفلكية ، أو الطبالين والرقاص ، أو المرأة التي تغتسل ، أو ما أشبه[1] ذلك ، على ما نصفه في موضعه . (٤و←) ثم يُنصب حوض تفريغ القواديس ، إما على عوارض أو قواعد ، بحيث يكون بينه وبين أسفل الطبقة العليا لحوض[2] ملء القواديس أربعة أشبار . وينصب على طرفه -مما يلي حوض ملء القواديس- محور القواديس ، مترفعاً عن دائره عرض إصبع ، مجعولاً على قاعدتين ثابتتين فيهما خرزتان[3] تدور[4] فيهما قطعتان[5] من ميل مركوزتين في مركزي دائرتيه .

وكذا تعمل في دولاب العوارض ودولاب العضادة . ثم تنصب دولاب العوارض بحيث يكون أعلى عوارضه على موازاة محدب محور القواديس ، بحيث يبقى بينه وبين آخر الحوض قدر إصبعين مضمومتين فأقل . ثم ينصب دولاب العضادة ، بحيث يكون نصف عارضة العضادة الخالي من الإناء تحت مسقط حجر[6] سهم دولاب العوارض .

وأنت في ارتفاعه وانخفاضه مخير : فنهاية رفعه بحيث يصل الإناء في نهاية علوه إلى تحت قصبة حوض تفريغ القواديس التي تفرغ في الإناء . ولا أعين أن يكون تحته حقيقة ، بل ولو على سمت ذلك . ونهاية انحطاطه أن يوضع حوضه في أرض الصندوق بحيث تمر شظية الإناء[7] على عارضة هذا الحوض فيتفرغ .

(١) كتب الناسخ سهوًا بعد كلمة أشبه حرف الجر «على» ثم شطبه .
(٢) في الأصل : حوض (بدون اللام) .
(٣) في الأصل : خرزتين .
(٤) في الأصل : يدور .
(٥) في الأصل : قطعتين ، وقد سقطت النقطتان من حرف «القاف» في كلمة «قطعتين» .
(٦) في الأصل : حجر (بدون تنقيط) .
(٧) شظية الإناء المقصود بها نتوء أو بروز أو مسمار ؛ الحسن ، تحقيق كتاب الجزري ، ص ٥٧٠ .

وأي مكان نصبته بين ذلك جاز ، بشرط أن تنصب حوضه بحيث تصدم عارضته شظية الإناء ، فتفرغه في الحوض .

ثم تتخذ ثلاثة[1] حبال رمانيات ، أحدها طول أحد حبال القواديس وزيادة ، بقدر ما يصل بين دولاب العوارض ومحور القواديس . وتربط طرف هذا الحبل في وسط عارضة من عوارض الدولاب الأربع ويلف . وطرفه الآخر في رزة[2] في النهر الأوسط من محور القواديس . ويدار محور القواديس حتى يلتف عليه الحبل المذكور ، وترتفع القواديس إلى أن ينصب جميع ما فيها في حوض التفريغ . ويتخذ حبل آخر طوله مساوٍ لطول أحد حبال القادوس . (٤ظ←) وتربط طرفه في أسفل عارضة طرفها الخالي عن مسامتة دولاب العوارض ، وفي طرفه الآخر كيس فارغ مفتوح الفم . ثم يربط حبل آخر مساوٍ له في بخش العضادة الخالي من الإناء ، بأن يدخل في العضادة ، وتربط عقدة كما في بخش عضادة القواديس ، وطرفه الآخر في عارضة من عوارض الدولاب . ويلف على دولاب العوارض الحبل المذكور من الجهة المذكورة ، إلى أن[3] ترتفع العضادة إلى نهاية علوها ، بحيث تكون مائلة قليلاً إلى الجهة التي تميل إليها عند ملء الإناء . ويجوز أن يستغني عن مثلها ، بأن يجعل مكان بخش الإناء شظية على موضع البخش[4] ، وطرفها بارز من الجهة التي تميل إليها العضادة عند ملء الإناء . ويبخش في طرفها بخش موازٍ[5] لسُمك العضادة . ويوصل بينه وبين

(١) في الأصل : ثلاث .
(٢) الرزة هي «حديدة تدق في الأرض أو الحائط ليربط عليها حبل» ؛ المصدر السابق ، ص٥٦٩ .
(٣) أضيفت «أن» فيما بعد في الهامش الأيمن وكتب أمامها (صح) .
(٤) ظهرت هذه الكلمة بشكل مخربش فصححها الناسخ على الهامش الأيسر ووضع فوقها حرف «ن» .
(٥) في الأصل : بخشًا موازيًا .

الإناء بمحور معارض يتحرك فيه الإناء بسهولة زائدة[1] . ويصير بينها وبين أسفل عارضة في الدولاب عرض إصبع . ويكون هذا اللف بحيث إنه إذا أدير دولاب العوارض معاكسًا لهذا اللف انحل اللف حتى ترتخي القواديس ، حتى تصل إلى حوض ملئها ، وترتخي العضادة حتى تبلغ نهاية السفل . فإذا بلغا ذلك التف خيط الكيس ، حتى يحصل الكيس في نهاية العلو . ثم يملأ الكيس من حصى صغار قليلاً قليلاً ، حتى ترتفع القواديس سريعًا إلى نهاية علوها ، وتفرغ ما فيها . ويرتفع[2] مع ارتفاعها الإناء حتى يبلغ نهاية علوه .

تنبيه : يلزم أبدًا[3] كون العضادة إذا بلغت نهاية علوها أن يكون بينها وبين العارضة السفلى عند نهاية التفاف خيطها قدر عرض إصبع . هذا لازم أبدًا . فمتى احتجت إلى رفع دولاب العضادة إلى أكثر من ذلك ، فارفع دولاب العوارض عن مسامتة محور القواديس ، بحسب ما تروم . ونهاية الرفع بحيث تكون عارضة العضادة على سمت أسفل حوض تفريغ القواديس كما قدمنا . ويكون (ەو ـﻫ) بين عارضة العضادة وأسفل العوارض عرض إصبع .

ومتى احتجت إلى خفض أكثر فاخفض دولاب العوارض ، بحيث يكون بينه وبين عارضته السفلى وبين العضادة إذا بلغت نهاية ارتفاعها قدر إصبع كما قدمنا ، بحيث لا يتجاوز دولاب العضادة نهاية انحطاطه[4] . وقد قدمنا أن نهايته أن يكون حوضه موضوعًا على أرض الصندوق ، ويكون ارتفاعه عن حوضه بقدر ما إذا بلغت العضادة نهاية السفل صدمت شظية الإناء عارضة الحوض ، فصبّ الإناء في الحوض .

(١) كتبت هذه الكلمة مغفلة من الهمزة أو نقط الياء .
(٢) في الأصل : وترتفع .
(٣) بعد هذه الكلمة جاءت عبارة «أن يكون أبدًا» ثم شطبت لأنها في موضعها غير الصحيح .
(٤) كرر الناسخ هذه الكلمة على الهامش الأيسر وكتب أمامها (صح) .

لكن يشترط شرط زائد في الانخفاض : وذلك أن دولاب العوارض إذا انحط عن سمت[1] محور القواديس صار الحبل الذي بينهما يصدم حوض تفريغ القواديس ، فيسده[2] ويفسد . فيحتاج حينئذٍ[3] إلى بكرة بينهما معلقة مرتفعة عن الحوض ، ليمتنع صدم هذا الحبل في الحوض أو في دائره ، مع أن الحاجة إلى الرفع أمس من الحاجة إلى الخفض . والله أعلم .

ثم اجعل بدل الكيس إن شئت تثقيل[4] رصاص بوزنه .

تنبيه : وربما مست الحاجة إلى ماء كثير ، لكثرة القوارب ، وأفواه سباع الشادروان ، والأعمال المرتبة على الماء الخارجة عن الفسقية والشادروان . فأطل محور القواديس ، وكثّر القواديس ، وعرّض حوض تفريغ القواديس وحوض ملئها[5] ، وكبّر الإناء وحوضه ، واجعل التثاقيل عدة كعدة القواديس . والله أعلم .

واجعل قصبة من قسم الحوض الأصغر واصلة إلى فم الإناء عند نهاية علوه كما تقدم ، وقصبة نافذة إلى حاصل[6] الفسقية والشادروان . فمن الواضح إذا عرفت ما تقدم أن الإناء إذا كان في نهاية انحطاطه تكون[7] حبال القواديس قد ارتخت حتى نزلت القواديس إلى الحوض الذي تملأ منه ، ويكون حبل التثقيل ملفوفًا[8] كله على دولاب العوارض ، والتثقيل موضوع في الأصل (٥ظ ←)

(١) سقطت هذه الكلمة سهوًا ، ثم أضافها الناسخ فوق موضعها بين السطرين .
(٢) في الأصل : فيسفده .
(٣) كتبت هذه الكلمة غفلاً من الهمزة .
(٤) في الأصل : بثقيل .
(٥) كتبت هذه الكلمة غفلاً من الهمزة .
(٦) الحاصل هو الخزان ؛ دوزي ، المرجع السابق ، جـ٣ ، ص٢٢٠- ٢٢١ .
(٧) في الأصل : يكون .
(٨) في الأصل : ملفوف .

على وزن جذب[1] القواديس والعضادة ، ما دام الإناء فارغًا . فحينئذ[2] يجذب[3] التثقيل القواديس إلى أعلى المحور ، والعضادة إلى نهاية علوها ، بحيث يبقى مركز الإناء تحت مسقط حجر القصبة الواصلة إليها من حوض تفريغ القواديس . فتفرّغ القواديس ما فيها في الحوض ، ويبلغ التثقيل نهاية انحطاطه ، وينحل حبله كله عن العوارض ، فينصب الماء في القادوس الصغير في القسم الأصغر ، حتى يصل إلى قصبة الإناء ، فيصب في الإناء . فيثقل الإناء حينئذ ويقوى على التثقيل ضرورة ، لأنه على دائرة محيطها أزيد من أربعة أمثال[4] دائرته . فيجذب[5] العضادة بسرعة إلى أسفل . فإذا بلغت نهاية سفلها صدمت شظية الإناء العارضة فيتفرغ ما في الإناء من الماء ، وتكون القواديس والتثقيل بلغ كل منهما نهاية انحطاطه . فتمتلئ القواديس عند تفريغ الإناء ، فيخف الإناء . فيجذب التثقيل والقواديس والعضادة بالإناء فارغًا ، حتى تبلغ القواديس والإناء نهاية ارتفاعها ، فلا يزال الأمر كذلك .

وأما الماء فإن الذي يتفرغ من[6] الإناء يصل إما إلى حوض ملء القواديس ، وإما إلى عمل ينتهي به إلى الطبقة السفلى من الفسقية ، لأن كل ما رتب عليه عمل من الأعمال فمنتهاه أخيراً إلى هذه الطبقة . وهذه الطبقة واصلٌ ماؤها بقصبة نافذة إلى الطبقة السفلى من حوض ملء القواديس . والماء الواصل من القسم الأكبر من الحوض إلى حاصل الفواوير والشاذروان . ويجري من الحاصل

(١) في الأصل : محدب .
(٢) كتبت هذه الكلمة غفلاً من الهمزة .
(٣) في الأصل : يحدب .
(٤) كتبت هذه الكلمة غفلاً من النقط على حرف الثاء .
(٥) في الأصل : فيحدب .
(٦) ظهر حرف الجر «من» بشكل مخربش فصحح على الهامش الأيمن وكتب فوقه حرف (ن) .

إلى الفواوير والشاذروان ، ومنهما إلى الطبقة العليا من الفسقية ، ومن العليا إلى السفلى منها ، ومن السفلى إلى السفلى من حوض (٦و←) ملء القواديس . فلا يزال الأمر كذلك . وإن كان في القسم قصبة أخرى تنتهي إلى آلة فلكية أو إلى عمل من الأعمال غيرها ، فإن مصرفها تنتهي إلى الطبقة السفلى من الفسقية ، كما تقدم .

تتمة : ينبغي أن يجعل عند مصرف حاصل الفسقية مصفاة ، وأخرى عند رأس القصبة التي يدخل الماء منها من طبقة الفسقية السفلى إلى حوض ملء القواديس ، وأخرى[1] بين واحدة عند رأس قصبة القسم الأصغر ، وواحدة عند رأس قصبة القسم الأكبر من حوض تفريغ القواديس .

أخرى :[2] تملأ الفسقية ماءً حتى تمتلئ طبقاتها العليا والسفلى ، ويمتلئ الحوضان الأسفلان : أعني حوض ملء القواديس وحوض تفريغ الإناء ، وعلى الحاصل الواصل للشادروان والفواوير[3] .

ثم تطلق العمل ، وتتعاهد[4] الأقصاب كل قليل من انبثاق بعضها . فإن انبثق شيء منها تدورك سريعاً بلحامه[5] وسده بالرصاص . وتجعل[6] الأقصاب الواصلة من الحوضين الأسفلين إلى الطبقة السفلى من الفسقية تنفك وتتركب ، حتى إذا أريد حمل الصندوق وحده والفسقية وحدها أمكن ذلك . وإن جعل عليها أعمال أخرى ، فتكون الأقصاب التي تحمل إليها الماء والأقصاب

(١) في الأصل : وأخر .
(٢) المقصود تتمة أخرى .
(٣) في الأصل : القوارير ، بالقاف .
(٤) في الأصل : ويتعاهد .
(٥) جاء على هذه الكلمة طمس طفيف فصححت على الهامش الأيسر ووضع فوقها (ن) .
(٦) في الأصل : ويجعل .

التي ينصرف الماء منها إلى الطبقة السفلى من الفسقية كلها تنفك وتتركب كما ذكرنا . وسيأتي صفة عمل الفسقية وفواراتها والشادروان وغير ذلك من الأعمال في الباب الثالث . والله أعلم .

تذييل : يجعل في أعلى[1] الصندوق لوح ثابت ، تنصب عليه قواعد ثابتة فيه ، ينصب عليها الحوض الأعلى والمحور والدولابان[2] . ويغطى الصندوق المشتمل على الدواليب والأحواض والقواعد بغطاء يمكن رفعه ووضعه ، ما عدا المحور والحوض الأعلى فإن ذلك يخلى مكشوفًا ، لأنه من جملة ما يتنزه عليه ويتفرج فيه . لكن قد يرتفع عليه دولاب العوارض ، (٦ظ ←) خصوصًا في الطريقة الثانية . وحينئذٍ يغطى الصندوق كله . فإن لم يرتفع على دولاب العوارض ترك مكشوفاً . ويجوز أن يجعل له غطاء برسمه فوق الغطاء الأول ، يمكن رفعه ووضعه . والله أعلم .

الباب الثاني : في الطريقة الثانية :

هذه الطريقة مثل التي قبلها سواء ، إلا ما يستثنى . وذلك أمور ثلاثة :

الأمر الأول : أن يكون الحوض قسما واحداً[3] ، وله قصبة واحدة تصب في الإناء . وربما جعل في الحوض قصبة أخرى رقيقة توصل[4] الماء إلى آلة فلكية ، أو عمل غير الفسقية والشادروان .

(١) في الأصل : أعلا .
(٢) في الأصل : والدولابين .
(٣) في الأصل : قسم واحد .
(٤) في الأصل : يوصل .

الأمر الثاني : أن يقسم سهم دولاب العضادة ثلاثة أقسام . وتتخذ[1] عضادتان ـ كما تقدم ـ بلا عوارض ، فتنزل كل واحدة في ثلث من السهم . وتثقب إحداهن من أعلاها . وتجعل فيها الحبل الذي جعل في بخش العارضة وعضائد[2] القواديس . وأما العضادة الأخرى فتبخش أبخاشاً متعددة في طولها . ويبشر[3] أحد طرفي المحور الذي توصله بين بخش الإناء وبخش العضادة . وتمتحن العمل بتعليق الكيس في حبل التثقيل[4] كما تقدم ، وتعليق الإناء في بخش بعد بخش من العضادة الثانية الخالية من الحبل بعد تعليق الإناء في البخش الأعلى ، ثم الذي تحته ، ثم الذي تحته ، وهكذا حتى يقف العمل . فإذا وقف فأبق الإناء في البخش الذي فوق البخش الذي وقف العمل عنده . ويبشر[5] الطرف الآخر من المحور ، كما تقدم في الباب الأول .

تنبيه : كلما أنزلت الإناء إلى أسفل احتاج إلى تثقيل أقل . والضابط في الكيس أن يحدب القواديس والإناء من غير توالٍ[6] . وكلما خف التثقيل أمكن نزول الإناء (٧و←) إلى أسفل ، فهو مطلوب أكثر ، لقصر العضادة التي فيها الإناء . وكلما قصرت العضادة ارتفع حوض تفريغ الإناء ، فيرتفع ماء الشادروان بارتفاعه ، وكذلك صعود الماء من الفواوير[7] . [و] كلما ارتفع هذا الحوض ارتفع الماء الصاعد بارتفاعه . فإذا بقي الإناء في بخش فاقطع ما فوقه من العضادة الثانية ، وأما العضادة التي فيها الحبل فتبقى على حالها .

(١) تظهر بعد كلمة «وتتخذ» خمسة أحرف مشطوبة .
(٢) كتب الحرفان «يد» من كلمة «عضايد» على الهامش الأيسر بالمخطوطة .
(٣) في الأصل : يبشن . والبشر هو التقشير ؛ الكرمي ، المصدر السابق ، جـ١ ، ص ١٥٦ .
(٤) في الأصل : التنفيذ .
(٥) في الأصل : ويسن .
(٦) في الأصل : توالي .
(٧) في الأصل : الفوارير .

الأمر الثالث : أن يكون الإناء يسع من الماء ما على جميع القواديس ، ويفضل من الإناء قدر عرض إصبع ، فقد تبين من[1] الطريقتين أن الأولى يطلب فيها تطويل عضادة الإناء وتصغير الإناء وتخفيفه ، ليكون ما يملؤه من الماء أقل ، ويتوفر الباقي للفسقية]أو [للشادروان . وكلما طالت العضادة فيصير الماء القليل في الإناء يحدث التشقيل بسرعة . والماء الذي في الإناء في الطريقة الأولى ليس مقصوداً لذاته ، بل المقصود منه جذب[2] التشقيل فقط . وأما الماء الذي يتفرغ منه فليس مقصوداً بالذات ، وإن كان له نفع في الجملة ، لأنه كلما طالت عضادة الإناء انخفض حوض تفريغه أكثر .

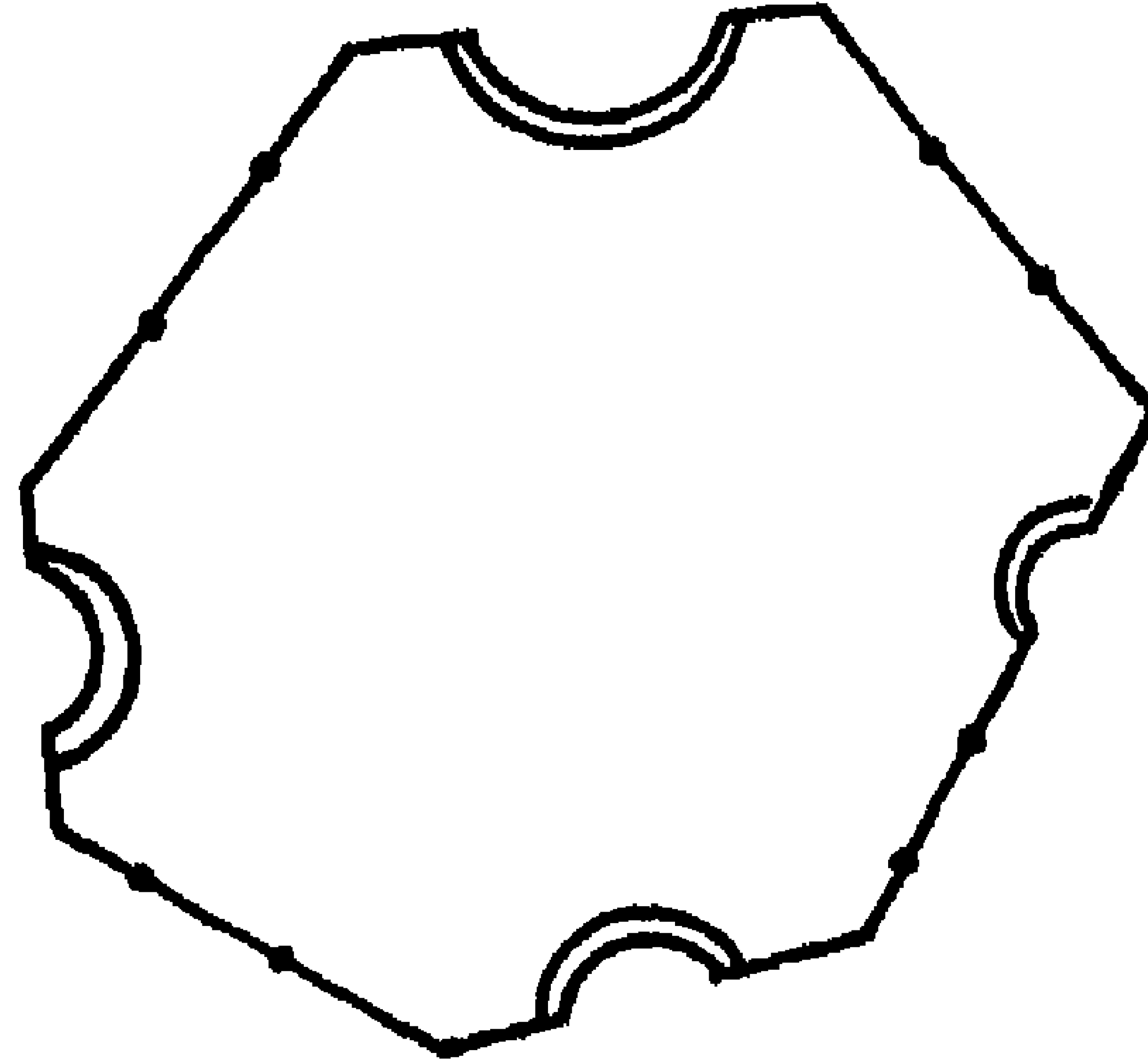
والطريقة الثانية يطلب فيها تقصير عضادة الإناء ليرتفع حوض التفريغ ، وتعظيم الإناء لأن العضادة كلما قصرت احتاج الحال إلى ماء كثير في الإناء ، لأن التشقيل حينئذٍ لا يجذبه[3] إلا ماءٌ كثير ، ولأن الماء الذي يذهب إلى الفسقية والشاذروان إنما هو حوض تفريغ الإناء . والطريقة الأولى أشرف من الثانية باعتبار أن ماء الفواوير أعلى ، والشادروان أكثر ارتفاعًا من الطريقة الثانية . والطريقة الثانية أشرف من حيث إن الماء جميعه يذهب إلى الفواوير[4] والشادروان ، فيكون ماؤها أغزر . فتلك ماؤها أرفع ، وهذه ماؤها أكثر . وعندي أن الطريقة الأولى أشرف مطلقًا ، لأنه يمكن زيادة الماء فيها بكثرة القواديس . والماء الذي يأخذه الإناء (٧ظ ←) ويفرغه في حوضه ينتفع به في الفواوير القائمة أو الآلة الفلكية أو ما أشبه ذلك من الأعمال ، فهو منتفع به أيضًا . والخيرة في الحقيقة للواضع بحسب ما يختار . والله أعلم .

---

(١) في الأصل : أن .
(٢) في الأصل : حذب .
(٣) في الأصل : يحذبه .
(٤) في الأصل : الفوارير .

الباب الثالث : في عمل الفسقية والشادروان :

تتخذ فسقية على أي شكل اختار الواضع ، إما مربعة أو مسدسة أو مثمنة ، والمثمنة أظرف . فإن عملها مثمنة ، فالأولى أن تجعل على هذه الصورة (شكل ١) .



شكل ١

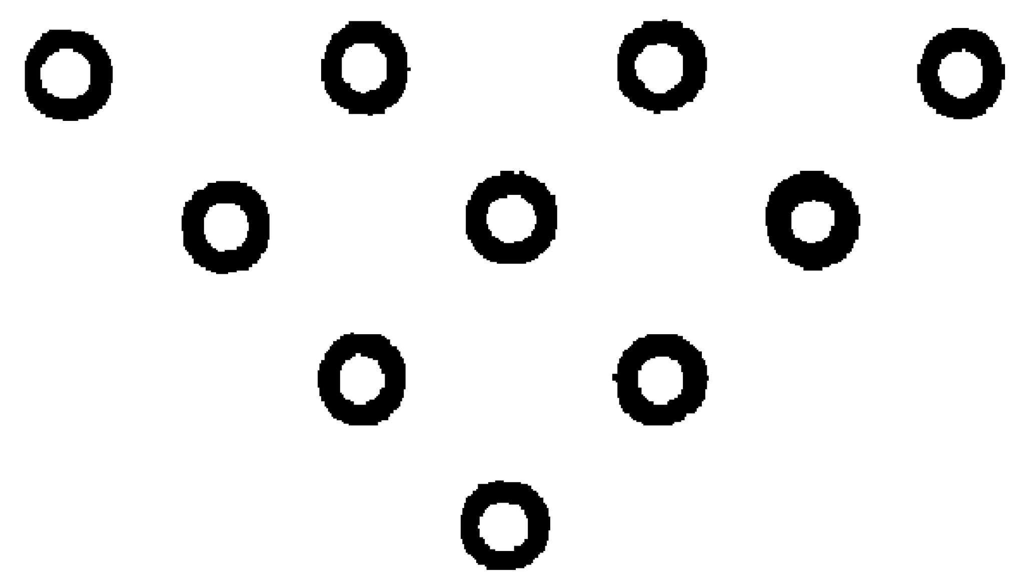
والنقط السود علامة موضع الفواوير . ويكون عمقها شبراً[١] ، وطول كل ضلع منها ثلث ذراع . ويمكن أن يجعل مجذب[٢] هذه الدوائر مما يلي المحيط . ويمكن غير ذلك من الأشكال ، ويجوز أن تعمل مدورة الشكل إلا أن ذلك عسر . ثم تتخذ[٣] قصبة رصاص تحت الفواوير ، دائر الفسقية ، مخروق منها تحت كل فوار خرقًا ، يدخل فيه الفوار ويلحم عليه . وتجعل[٤] تحتها رفرفًا حاملاً لها ، عرضه أربع[٥] أصابع ، منخفض عن أعلى[٦] الفسقية قدر ثلاث[٧] أصابع مضمومة .

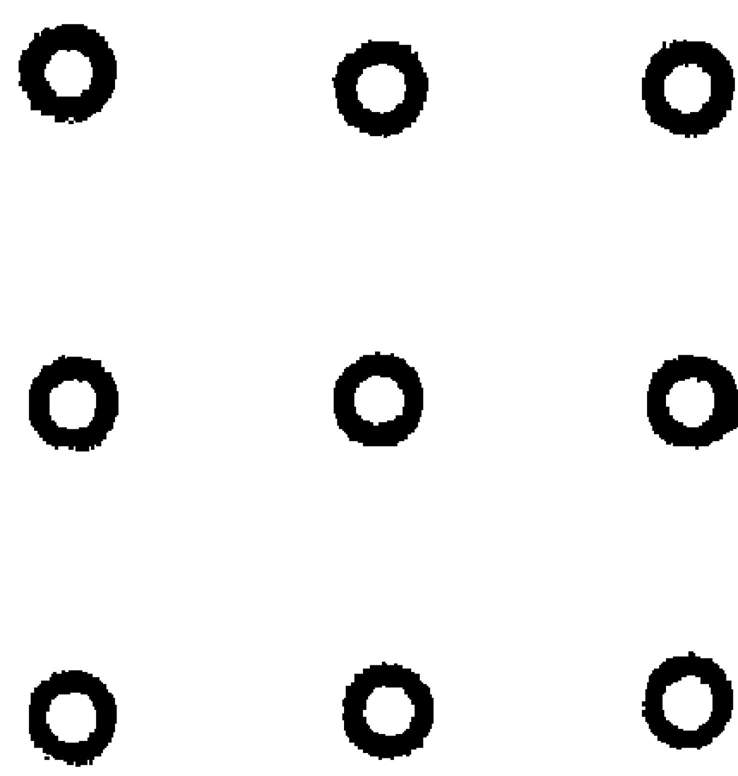
(١) في الأصل : شبر ، أي بدون الفتحتين .
(٢) في الأصل : محدب ، والمقصود بكلمة مجذب المقبض .
(٣) في الأصل : يتخذ .
(٤) في الأصل : ويجعل .
(٥) في الأصل : أربعة .
(٦) في الأصل : أربعة .
(٧) في الأصل : ثلثه .

وعلى أعلى[1] الفسقية رفرف آخر (٨و←) ساتر له ، مخروق خروقًا بعدة الفواوير ، بحيث يدخل كل فوار في خرق من خروقه . ثم تستر ما بين الرفرف وغطائه[2] دائر الفسقية بألواح خشب . ثم أنت بالخيار بين أن تجعل الساتر واصلاً إلى قرار الفسقية ، وبين أن تجعله إلى عند الرفرف فقط .

واعلم أن هذا الرفرف وغطاءه[3] هو الطبقة العليا من الفسقية ، وما عداه من الفسقية فهو الطبقة السفلى منها . وينبغي أن تمال الفواوير إلى داخل الفسقية قليلاً ، ليبقى جميع ما يخرج منها داخلاً في الفسقية . ويجوز أن تجعل الفواوير أكثر من هذه وأقل . ويجوز أن يجعل في حافة الرفرف فواوير نائمة متصلة بالقصبة الدائرة ، أو بقصبة أخرى موضوعة في الرفرف .

صفة عمل الشادروان : تعمل في وسط واجهة الصندوق أبخاشاً تعمل فيها رؤوس[4] حيوانات ، مثل سباع وضباع وغزلان وطيور وحيات نافذة التجويف من أفواهها إلى رقابها . وهذه تعمل في ترتيب الوضع على وجوه منها ما يكون هكذا (شكل ٢) . وربما جعلت هكذا (شكل ٣) .


شكل ٢


شكل ٣

(١) في الأصل : أعلا .
(٢) في الأصل : وغطاه .
(٣) في الأصل : وغطاه .
(٤) في الأصل : روس .

وجعلت أعناق رؤوس[1] الصف[2] الثاني[3] تحت مساقط أحجار أفواه الصف الأول . ومساقط أحجار أفواه الصف الثاني[4] على أعناق الصف الثالث . وتكون الأعناق مخروقة من الصفين الأسفلين ، لينزل الماء من أفواه الصف الأول في خروق أعناق الصف الثاني . وينزل من أفواه الصف الثاني إلى أعناق الصف الثالث ، فيخرج من أفواه الصف الثالث . وهذا يعمل إذا كان الماء قليلاً لصغر الآلات ، أو لكثرة الأعمال التي تحتاج إلى الماء ، كما ستعرفه إن شاء الله تعالى .

ثم تجعل تحت هذه الحيوانات لوحًا من رخام ، ملصوقاً عليه أوراق الذهب المدقوق[5] . وتجعل رأس هذا اللوح ملصقاً على واجهة الصندوق ، وأسفله بارزاً عن واجهة الصندوق قدر شبر . وتعمل إلى جانبه عمودين لطيفين[6] ، (٨ظ ←) إما من رخام مذهب ، أو ساذج[7] ، أو خشب مدهون معمول عليه صندروس[8] محلول ، كما هو في الشادروانات المعهودة . ويحسن ذلك بحسب ما يختار الواضع .

ويجعل تحت هذا اللوح إما حوض من خشب ، وإما نهر[9] ، وهو مجرى[10] خشب عرض شبر ، واصلاً إلى فوهة الفسقية . ولابد لهذا النهر من حوض

(١) في الأصل : روس .
(٢) في الأصل : الصورة .
(٣) في الأصل : التالي .
(٤) في الأصل : التالي .
(٥) أي الذي صنعت منه شرائح خفيفة بالطرق بالمطرقة . انظر دوزي ، المرجع السابق ، ج٤ ص ٣٧٨ .
(٦) في الأصل : عمودان لطيفان .
(٧) الرخام المذهب هو المنقوش أو المرسوم عليه . أما الساذج فهو السادة أي البسيط الذي لا نقش فيه ؛ الكرمي ، المرجع السابق ، جـ٢ ، ص٣٣٢ .
(٨) الصواب : سندروس ، وهو صمغ أصفر شبيه بالكهرمان ، يستعمل للتلميع ، كما نستعمل الورنيش اليوم ؛ الكرمي ، المرجع السابق ، جـ٢ ، ص٣٩٤ .
(٩) في الأصل : بنهر .
(١٠) في الأصل : مجراه .

أيضًا حتى لا ينصب عن اللوح خارجاً[1] عنه . والحوض تجعل[2] له قصبةٌ واصلةٌ منه إلى حوض ملء القواديس . ويكون طرفها بارزاً قليلاً إلى واجهة الصندوق . ويكون في الحوض خرق ، تدخل[3] فيه هذه القصبة وتخرج[4] منه بين السلاسة والقهر .

ثم يتخذ حوض عمقه نصف شبر يسمى الحاصل ، ينصب ملاصقًا لواجهة الصندوق من داخل . فإن عملت بالطريقة الأولى فاجعله على سمت حوض[5] تفريغ القواديس . وإن عملت بالثانية فانصبه موازياً لحوض تفريغ الإناء . واجعل قصبته نافذة من أعلى[6] أحد الحوضين واصلة إلى أعلاه . واخرق في أسفله خرقين ، أحدهما تجعل فيه قصبة ملاصقة لواجهة الصندوق من داخل نازلة ، إلى أن تبقى على سمت قصبة الفواوير ، فحينئذٍ يلوى طرفها ، ويبرز قليلاً إلى ظاهر واجهة الصندوق من جنب الشادروان . وتتخذ قصبة تصل بين القصبة وبين قصبة الفواوير تنفك وتتركب . فإن كان داخل الرفرف أكثر من قصبة ، فتجعل في هذه القصبة الواصلة واصلة إلى خرق في أعلى[7] حوض لطيفة ، تجعل على سمتها داخل الرفرف . ويفرع من سفله ما شئت من الأقصاب المتعددة . وربما جعلت قصبة الفواوير النائمة متصلة بقصبة واصلة إلى حوض تفريغ الإناء . ويخرق الثاني من الحامل واصلاً إلى قصبة غليظة مخروقة بخروق عدة أفواه الحيوانات التي في الشادروان ، واصلة من عنق كل حيوان منها قصبة

---

(١) في الأصل : خارج .
(٢) في الأصل : يجعل .
(٣) في الأصل : يدخل .
(٤) في الأصل : يخرج .
(٥) سقطت هذه الكلمة من موقعها في السطر وأضيفت على الهامش الأيسر وكتب أمامها (صح) .
(٦) في الأصل : أعلا .
(٧) في الأصل : أعلا .

إلى خرق من خروق القصبة الغليظة . والعمل هو[1] الكاشف للحقائق . لكن (٩و←) إذا عملت هذه الأصول أعانت على العمل . والله أعلم .

ويمكن أن يجعل على الفسقية قبة على أعمدة . وتكون بحيث لا يصيبها شيء من ماء الفواوير . والله أعلم .

الباب الرابع : في توابع لما تقدم خارج الفسقية والشادروان:

فمن ذلك آلة فلكية يعلم منها الماضي والباقي . ولنتكلم عليها بحسب مقاصد : الأول في صفتها إجمالاً . والثاني في وصف المحرك لها . والثالث في صفة ما يوضع في وجه هذه الآلة مفصلاً .

المقصد الأول : في صفاتها إجمالاً . تتخذ صفيحتان من نحاس ، صحيحتا الاستدارة ، مستويتا السطح . أما إحداهما فنتكلم فيها هنا ، وأما الأخرى ففي المقصد الثالث . فنقول : تؤخذ الصفيحة الأولى فيدار على مركزها دائرة قطرها قدر أنملة . ويعمل عليها مربع ، ويخرق المربع . ثم يتخذ عمود من نحاس أو حديد ، أو خشب أحدّ ، مربع الطرفين ، مستديرًا ما عداهما[2] صحيح الاستدارة ، طوله شبر ، وضلعه بحيث يدخل في خرق الصفيحة[3] قهرًا ويبرز منه إلى وجه الصفيحة[4] عرض الخنصر . ثم تتخذ شظيتان ، وهما قطعتان من صفيحة مستوية السطح كل منهما[5] طول إصبع وعرض خنصر . وتخرق في

(١) في الأصل : يعم . والمقصود بجملة «العمل هو الكاشف للحقائق» أن التجربة هي التي تظهر الحقائق .

(٢) في الأصل : ما عدا . والمقصود بعبارة «مستديراً ما عداهما صحيح الاستدارة» أن مقطع كل من طرفي العمود مربع ، والباقي من جسمه مقطعه دائرة .

(٣) شرع الناسخ في كتابة هذه الكلمة في هذين الموضعين بتقديم حرف الحاء على الفاء وحاول تعديلها ، ثم صححهما على الهامش الأيمن وكتب فوقهما (ن) .

(٤) التعليق السابق نفسه .

(٥) في الأصل : منها .

العمود مما يلي وجه الصفيحة خرقاً[1] تدخل فيه الشظية الواحدة . وتخرق فيه مما يلي قفاها خرقاً[2] يقاطع الأول على زوايا قائمة ، تدخل فيه الأخرى[3] قهراً . ويبخش في كل شظية منهما أبخاشًا نافذة إلى الوجه الآخر من الصفيحة . وتسمر تلك الأبخاش بمسامير من نحاس . وتبشر[4] أطرافها محكمًا . ثم إن شئت[5] جعلت طرف العمود مثل العود التي يدخل فيه[6] الأسطرلاب . ويتخذ له فرس كفرس الأسطرلاب[7] سواء . وهذا أولى وأحسن . ثم تتخذ لوحًا من خشب صلب صحيح الوجهين ، فتعمل منه قرصا مستديراً[8] صحيح[9] الاستدارة . وينهر من وسطه نهران عمق كل منهما عرض إصبع ، وعرضه كعمقه . ويخرق من وسطه ، ويدخل في طرف العمود (٩ظ ←) من الجانب الآخر المربع .

ويكمل العمل بنظير ما عمل في الصفيحة ، هذا في إحدى[10] الطرق . وفي طريقة أخرى : تُجعل للقرص أضراس[11] مثل أضراس السواقي ، وربما احتيج إلى الجمع بين التنهير والأضراس . ويجوز أن يكون هذا القرص[12] مساوياً

(١) في الأصل : خرق .
(٢) في الأصل : خرق .
(٣) شطبت هذه الكلمة ثم أعيدت كتابتها على الهامش الأيسر ووضع فوقها (ن) .
(٤) في الأصل : وتبشن .
(٥) في الأصل : شيت .
(٦) في الأصل : فيها . والمقصود «بالعود الذي يدخل فيه الأسطرلاب» هو المحور الذي تركب عليه صفائحه .
(٧) فرس الأسطرلاب هو قطعة نحاس على هيئة فرس ، طولها ٢-٣سم تدخل في محور الأسطرلاب لتثبيته ؛ شوكة ، إبراهيم : «الأسطرلاب ، طرق وأساليب رسمه وصنعته» ، مجلة المجمع العلمي العراقي ، مج١٩ ، ص٣-٩١ .
(٨) في الأصل : قرص مستدير .
(٩) سقطت هذه الكلمة ثم أقحمت في مكانها بخطٍ رفيع جداً .
(١٠) في الأصل : أحد .
(١١) المقصود أسنان المسننات أو التروس .
(١٢) في الأصل : الغرض .

للصفيحة ، [أو] [1] أصغر منها وأكبر . وليكن قبل تركيب القرص قد اخترقت في وجه الصندوق خرقاً مداوراً ، إذا دار العمود في وسطه لا يماس منه شيئاً . وقد سمرت على وجه الصندوق صفيحة من نحاس ، أو قرص[2] من خشب ـ بأي صفة عُمل ذلك ـ مخروق من مركز أحدهما خرقًا مساويًا لخرق واجهة[3] الصندوق ، منطبقًا عليه عند التسمير . فهذا يجب تقديمه على تثبيت القرص في طرف العمود . وإن عملت بالطريقة الأولى ـ وهي أن يكون العمود مماسّاً على الصفيحة لا تنفذ منها ـ أو[4] إن عملت بطريقة الأسطرلاب ، فلا تحتاج إلى تقديم ذلك .

المقصد الثاني : في صفة المحرك لهذه الآلة ، وفيه طرق .

الطريقة الأولى أن يكون للقرص أضراس ، مثل ما لأتراس السواقي بمصر . وليكن عدة الأضراس بعدة ما قسمت به الصفيحة من الدرج . ثم تتخذ كفة نحاس ، وتتخذ في رأسها منجنيقًا ، وهو شيء ابتكرته ، وأصف عمله ، لأنه ليس موجوداً في كتب هذه الصناعة :

تتخذ قطعة خشب طول نصف إصبع وعرض إبهام ، وتقسم طولاً بثلاثة أقسام متساوية . وينشر الثلث الأوسط من الجانبين إلى عند نصفها ، ثم يؤخذ شظية طول إصبع وعرضها ، وسمكها مساوٍ للقطعة المنشورة . وتدخل هذه في الموضع المنشور . ويجعل لها فاصل[5] تركب على أعلى[6] الشظية المنشورة عرض

(١) الكلمة التي بين المعقوفتين مضافة من المحققين .
(٢) في الأصل : قرصا .
(٣) في الأصل : واجة .
(٤) في الأصل : و ، أي بدون الألف .
(٥) في الأصل : فاصلا .
(٦) في الأصل : أعلا .

إصبع . ثم تبخش الشظية المنشورة مع الشظية التي أدخلتها فيها بخشًا نافذاً من جانبي المنشورة . ويدخل فيه بمحور معارض مبشر[1] الطرفين ، بحيث تتحرك الشظية الوسطى (١٠و ←) بين جنبتي المنشورة بسلاسة . ثم يبخش قريباً من طرف الشظية الوسطى من الجهة من المنشورة بخشاً مثله . ثم يدخل في البخش الأول طرف خيط دارج ، ويعقد من أسفل البخش عقدة ، أو تربط فيه من جهة العقدة من ميل . ثم يدخل في البخش الثاني بحيث يبقى الخيط نازلاً إلى أسفل طول إصبع . ويربط في طرفه تثقيل[2] ، من شأنه أنه متى ثنيت الشظية الداخلة في المنشورة بحيث تنحني إلى أسفل وأفلتت من اليد ، جذبها ذلك التثقيل ، فأعادها قائمة كما كانت . وتسمر[3] هذه على طرف محور[4] الكفة من وراء بخش التثقيل ، بحيث يكون هذا البخش لا يماس الكفة . ثم تنصب الكفة على محورين ثابتين يتحركان في خرزتين . كما يعلم بحيث يصير طرف الشظية الوسطى يماس أطراف أضراس القرص . فهذه الكفة متى تكامل امتلاؤها ، فإنها تميل حينئذٍ إلى الجانب المحدد منها ، وتفرغ ما فيها . ففي نزولها تصدم رأس المنجنيق الذي هو الشظية الوسطى ضرساً من الأضراس ، فيدور القرص بقدر ضرس ، وتدور الآلة بقدر قسمة درجة . ثم تعود الكفة جالسة كما كانت . فإذا صدم رأس المنجنيق ضرسا من الترس حال العود ، فينثني رأس المنجنيق ، ولا يحرك الضرس . وإذا تخلص بين الضرس جذبه التثقيل ، فأعاده كما كان .

(١) في الأصل : مبشن .
(٢) في الأصل : تثقيلا .
(٣) في الأصل : وتسموا .
(٤) في الأصل : محدو .

ثم تجعل قصبة واصلة إما من حوض تفريغ القواديس ، وإما من حوض تفريغ الإناء بحسب ما رتبت عملك عليه . من شأن هذه القصبة أن تملأ هذه الكفة على مضي درجة سواء . ولا تزال توسع وتضيق حتى يصير هكذا . ثم تجعل تحتها حوضًا[1] فيه قصبة نافذة ، إما إلى عمل من الأعمال ، وإما إلى حوض ملء القواديس ، إن لم ترتب على مصرفها .

(١٠ظ ←) الطريقة الثانية أن يكون القرص منهرًا ، وتعمل في جانبه بخشًا[2] تدخل فيه خيطًا رمانيًا[3] إلى الغلظ ما هو . ويعقد طرفه عقدة من جهة وسط القرص ويلف على نهر القرص لفتين . ويدخل باقيه إلى بكرة معلقة مائية ، مسقط حجرها مركز خابية[4] أسطوانية الشكل ، صحيح استدارتها من داخلها ، بحسب الجهد والطاقة . وفي سفلها[5] خرق فيه جزعة مثقوبة ، مقومة[6] على أن يخرج منها جميع ما في الخابية في دورة[7] تامة ، أو نصف دورة[8] ، أو ربعها ، أو النهار الأطول ، أو أي وقت فرضته لتبني عليه عملك .

(١) في الأصل : حوض .
(٢) في الأصل : بخش .
(٣) في الأصل : خيط رماني .
(٤) الخابية هي الجرة الضخمة ، الكرمي ١/٥٧٠ .
(٥) كتبت هذه الكلمة على شكل «يدلها» .
(٦) الجزعة المثقوبة المقومة يقصد بها فص من الجزع ، وهو نوع من الحجارة الكريمة يمتاز بصلابته ومقاومته للتآكل . فيستعمل لفوهة الآلات الميكانيكية التي تعمل بالماء ، مثل الساعات المائية . فكلمة «مقومة» تعني مقدّرة حسب التوقيت الذي يختاره الصانع ، كما يذكر المؤلف . انظر ، الساعاتي ، رضوان بن محمد : «علم الساعات والعمل بها» ، تحقيق ، دهمان ، أحمد محمد ، دمشق ، ١٩٨١م ، ص١٩٥, البيروني : «الجماهر في معرفة الجواهر» ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر آباد ، ١٣٥٥هـ ، ص١٧٤ .
(٧) في الأصل : دروة .
(٨) في الأصل : دروه .

ثم تلوي الحبل على البكرة ليتين . ثم تتخذ طاسة ، قطر فوهتها[1] أضيق من قطر أسفلها بقدر أنملة . ويلصق على فوهتها[2] صفيحة نحاس ، تنطبق على فوهتها[3] سواء ، وإن زادت قليلاً فلا ضير ، إلصاقًا محكمًا برصاص . ثم تجعل في مركز هذه الصفيحة رزة ، تربط فيها طرف الحبل الملوي على البكرة وعلى القرص . وتجعل على النهر الآخر حبلاً ملفوفًا لفتين معاكستين للفة الحبل السابق ، معقودًا أحد طرفيه كما تقدم . [وفي طرفه معقود أحد طرفيه كما تقدم][4] وفي طرفه الآخر تثقيل زنته عشرون درهمًا[5] . وهذه الطاسة تسمى العوامة .

فتوضع العوامة على سطح الماء في الخابية ، ويكون ارتفاع الخابية قدر طول محيط القرص ، وزيادة قدر ارتفاع الطاسة . وإن زاد طولها فلا حرج . وإنما اللازم أن يكون الماء الذي طول محيط القرص من الخابية يخرج في المدة المفروضة ، حتى لو كانت الخابية طول ذلك أضعافًا ، فهي مملوءة ماء[6] مع ذلك ما ضرّ العمل .

واعلم أن الطريقة الأولى دائمة العمل أبدًا ، وهذه الطريقة متى فرغ ما في الخابية انتهت . (١١و←) هذا هو المعروف عند علماء هذه الصناعة ، لا يعرفون غير ذلك . فأقول : إن أردتها[7] دائمة العمل فاجعل مصرف ماء الخابية

---

(١) في الأصل : فوها . ولو تركنا الكلمة كما هي لزم تصحيح الإعراب ، بحيث تصبح «فيها» بدلاً من «فوها» ، لأنها من الأسماء الخمسة . وهنا قد يلتبس الأمر على القارئ فيظن أن «فيها» حرف جر ومجرور .
(٢) التعليق السابق نفسه .
(٣) التعليق السابق نفسه .
(٤) كرر الناسخ جملة «معقود أحد طرفيه كما تقدم . .» ولعله لم يتنبه لذلك ، حيث لم يشطب الجملة المكررة على عادته . فالعبارة التي بين المعقوفتين زائدة .
(٥) بعد كلمة «درهمًا» كتب الناسخ سهوًا جملة : «واعلم أن الطريقة الأولى . .» ثم شطبها .
(٦) في الأصل : مملوة ما .
(٧) في الأصل : ان اروها .

إلى حوض ملء القواديس . واتخذ قصبة من حوض ملء القواديس أو تفريغ حوض الإناء ، واصلة إلى كفة . ويكون مقدار ما يقطر في الكفة من هذه القصبة مقدار ما يخرج من جزعة الخابية[1] سواء .

وإن جعلت جزعة أخرى مثقوبة في طرف هذه القصبة ليقطر الماء منها إلى الكفة كان أولى . ويكون [ماء][2] تلك الكفة[3] يفرغ في المدة المفروضة مقدار ما يخرج من الخابية . ويجوز أن تفرغ[4] الكفة هذا الماء في مرة أو مرات ، وهو أولى . لأنها كلما صغرت كان العمل أخف .

ثم تتخذ حوضًا لهذه الكفة في إناء فيه مقلب[5] واسع ، متى أكملت الكفة تفريغ نظير ما يخرج[6] من الخابية في المدة المفروضة وصل الماء إلى حنية المقلب . فجرى جميع ما في ذلك إلى في قصبة نافذة الخابية . فيعود إليها نظير ما كان فيها . وترتفع العوامة إلى أعلى[7] الخابية عند نهاية امتلائها . وذلك في الحال . فينزل تشقيل القرص إلى الأرض . وتدير القرص فيلتف عليه حبل العوامة كما كان . ويبتدئ العمل إلى مثل ما كان عليه أولاً . ويتعين في هذا أن تكون المدة المفروضة ٣٦٠ درجة . والابتداء من وقت الزوال إلى وقت الزوال .

---

(١) كتب الناسخ الجزعة بدون نقطة الجيم ؛ وجزعة الخابية هي : صنبور الخابية (الجرة) ، وقد أوصى صانعو الساعات المائية بصنعها من الجزع وهي الخرز اليماني لصلابته ، وبالتالي ثبات حجم فوهته ؛ انظر الحاشية حول الجزع في الصفحة السابقة .

(٢) ما بين المعقوفتين من عند المحققين .

(٣) كرر الناسخ سهوًا جملتي «كان أولى» و «يكون تلك الكفة» ، ولم يشطبهما . ويبدو أنه بعد كلمة «يكون» سقطت كلمة «ماء» .

(٤) بعد كلمة «تفرغ»كتب الناسخ اسم الإشارة «هذه» ثم شطبه .

(٥) المقلب هو السيفون ؛ الحسن ، تحقيق كتاب الجزري ، ص٥٨٨ .

(٦) قبل كلمة «يخرج» وضع الناسخ جملة «يحتاج إليه» ثم شطبها .

(٧) في الأصل : أعلا .

وإن أردت أن ترتب طبالين وما في معناهم : فإن أمكن أن تجعل الكفة المذكورة يتكامل امتلاؤها عند مضي ساعة مستوية ، وأمكن أن تفرغ في حوض ينتهي إلى دولاب الكفات إلى قدر صغير ، ومن القدر الصغير[1] إلى الإناء الذي فيه المقلب ، ومنه إلى الخابية ، ومن الخابية إلى حوض ملء القواديس . وإن لم يمكن ذلك في هذه الكفة اتخذ في كفة غيرها ، واجعل المصرف بين القدر الصغير[2] إما إلى عمل من الأعمال وإما إلى حوض ملء القواديس .

(١١ظ ←) فهذا عمل دائم يعلم من الآلة منه ما مضى من الزوال إن كنت بعده . وإن كان ليلاً فاطرح من الماضي نصف قوس النهار يبقى الماضي من الليل . وإن كنت قبل الزوال عملت الباقي له . وكلما مضت ساعة مستوية من الزوال عملت الطبالون والصناجون والمنفرون[3] والرقاص نوبة . ويمكن أن يرتب على ذلك أيضًا بندقة[4] بين فم طير فأكثر . وصفة عمل ذلك ذكره العلامة[5] الأستاذ بديع الزمان عماد الدين بن الرزاز الجزري[6] في كتابه المسمى بالعلم والعمل النافع في الحيل في فنكان الخزانة وفنكان الطبالين[7] ، فاطلبه تجده .

وإن أردت أن جميع ما تضمنته العبارة من هنا إلى آخر[8] الطريقة الأولى مستغنى عنه في هذه الآلة . لكن تركناه لأنه قد يحتاج إليه في آلة أخرى تكون

---

(١) في الأصل : قدر الصغير .

(٢) في الأصل : قدر الصغير .

(٣) المقصود بالمنفرين هم المزمرون ، أو النفاخون في النفير وهو بوق ينفخ فيه ، انظر : الكرمي جـ٤ ، ص٣٣٦ .

(٤) البندقة هي كرة مصمتة من معدن بحجم حبة البندق وهو من المكسرات المعروفة : الحسن ، ص٥٧٦ .

(٥) بعد كلمة العلامة سقطت كلمة «الأستاذ» فوضعها الناسخ على الهامش الأيسر ، وبين مكانها في السطر بعلامة صغيرة .

(٦) في الأصل : الحوي .

(٧) في الأصل : الطالبين .

(٨) بعد كلمة آخر شطبت كلمة «العبارات» .

لعمل[1] آخر . فلا يشترط أن تكون المدة المفروضة دورة ، بل تكون على ما أصف . وذلك أن تعرف نهار بلدك الأطول ، فتطرح درجه ودقائقه إن كانت من ٣٦٠ يحصل النهار الأقصر ، وبالعكس . ثم اقسم محيط الدائرة بعدة أقسام النهار الأطول .

ثم لك من هنا طريقان : الطريق الأول تتخذ خابية على حكم ما تقدم ، وفي مركزها[2] جزعة مثقوبة . وتكون بحيث إذا ملئت ماء يكون ارتفاع سطح الماء عن سفل بطن الخابية مساويًا لمحيط القرص الخشب[3] ، أو أزيد بقدر أربع أصابع مضمومة . فما زاد يكون خروج طول محيط القرص من ماء الخابية بقدر النهار الأطول . ولو فضل في الخابية ماء لم يضر . فإن زاد المحيط على المطلوب فانقص منه محيط القرص على المخروطة قليلاً قليلاً ، حتى يساوي ما تقدم . ويجوز أن يكون محيطه أنقص كما تقدم . ثم املأ الخابية ماء بحيث يفضل منها عرض أربع[4] أصابع مضمومة ونحوها . ثم احفظ ما يخرج من الجزعة في مدة النهار الأقصر في إناء من نحاس . ثم احفظ ما يخرج من بعد ذلك في مدة الفضل بين الأطول والأقصر في إناء من نحاس ثانٍ . (١٢و←) فإن لم يفضل بعد ذلك في الخابية شيء فهو غاية ما يطلب في ذلك . وإن فضل منه شيء في الخابية جاز .

ثم يعاد الماء الأول ، وهو الذي خرج في مدة النهار الأقصر إلى الخابية ، وتعلّم عليه بعلامة واضحة . ثم زن الماء الذي في الإناء الثاني . واحفظ وزنه كم

(١) في الأصل : للعمل .
(٢) في الأصل : مركزه .
(٣) أي القرص المذكور بآخر صفحة ٩و ، وأيضًا بآخر صفحة ١٢ظ .
(٤) في الأصل : أربعة .

درهمًا[١] هو . ثم تملأ الخابية في كل يوم فرضته إلى أن يصل إلى العلامة . هكذا ابدأ . ثم إن كان نهارك هو النهار الأقصر فلا تحتاج إلى زيادة . وإن كان نهارك هو الأطول فزد على ذلك جميع الوزن المحفوظ من الماء . وإن كنت في غيرهما وأردت معرفة كمية الزيادة ، فاعلم أولاً أن نسبة ما تريده في ذلك إلى جميع الوزن المحفوظ كنسبة الفضل بين النهار الأقصر والنهار الذي أنت فيه إلى[٢] الفضل بين النهار الأقصر والأطول . «فهذه أربعة أعداد متناسبة ، فاضرب الفضل بين النهار الأقصر وبين نهارك في مجموع الوزن المحفوظ ، واقسم الخارج على الفضل بين النهار الأقصر والأطول»[٣] . وينبغي أن تحسب لذلك جدولاً مرتبًا على درجة الشمس ، تبدأ في حسابه من رأس الجدي ، وتنتهي عند آخر الجوزاء . وثبّت الذي يخرج معك من الدراهم وكسورها دقائق من دراهم . واعلم أن كل سبع دقائق ونصفًا[٤] من درهم بقيراط . وإن شئت فحوّل الدقائق قراريط ، ثم اكتب بقية البروج معكوسًا من أسفل الجدول تحت كل برج سابعه ، ويثبت مقابله لـ من الدرج التي يدخل بها ٢٢٦ ، ومقابل كظ ١ ، ومقابل كح ب ، وهلمّ جرا حتى يكون مقابل ١ كظ كما هو معروف في تركيب الجداول لأنصاف النهار وغيرها . وينبغي أن ترسم هذا الجدول في لوح من خشب ، ويدهن بصندروس محلول ، ويجفف في الشمس . ويوضع هذا الجدول داخل الآلة[٥] . ثم أدخل في هذا الجدول بجزء الشمس نهارًا ، وبنظير جزئها[٦] ليلاً ،

---

(١) في الأصل : درهم .

(٢) في الأصل : الذي .

(٣) الجملة المحصورة بين علامات التنصيص سقطت من النص واضيفت على الهامش الايسر ، وكتب امامها (صح) .

(٤) في الأصل : ونصف .

(٥) بعد كلمة الآلة حصل خلط عند الناسخ ، ففضل توضيح ذلك كتابة على الهامش الايسر بدل شطب الجمل وذلك بقوله : «من قوله ثم أدخل إلى قوله تلك الليلة مؤخر عن قوله أفسد» ثم التنبيه يكتب بعد أفسد» ويقرأ بعد قوله لكل الليلة» وقد كتب فوق جملة «ثم أدخل في» كلمة «موخر» ، وفوق كلمة «الليلة» كلمة «مقدم» .

(٦) في الأصل : جزها .

تجد مقدار الزيادة لذلك اليوم أو لتلك الليلة . لأنك ربما وضعته في أوراق عندك ، فربما تعذر حضورها ، فيتعطل العمل . ومتى كان في ورق فأصابه رَشاش الماء أفسده .

تنبيه (١٢ظ ←) يقوم أنصاف النهار مقام كل في الحساب . وذلك أنك إذا ضربت الفضل بين نصف النهار الأقصر ونصف نهارك في جميع الوزن المحفوظ ، وقسمت الخارج على الفضل بين نصف النهار الأقصر ونصف النهار الأطول ، حصل الوزن الذي تريد مقداره من الماء في ذلك اليوم المفروض ، على ما يملأ الخابية على العلامة .

مثال : النهار الأطول في البلد المفروض ٢١٠ درجات . فيكون نهارها الأقصر ١٥٠ درجة . الفضل بينهما ٦٠ درجة . والنهار الذي أنت فيه ١٨٠ درجة . الفضل بينه وبين النهار الأقصر ٣٠ . وزن الماء المحفوظ ٤٠٠ درهم . فاضرب ٤٠٠ في ٣٠ يخرج ١٢٠٠٠ . واقسم الخارج على ٦٠ يخرج ٢٠٠ . هو مقدار ما يزاد من الماء من الدراهم على ما يملأ الخابية من الماء إلى العلامة .

ولو أخذنا الفضل بين نصف النهار الأقصر واليوم المفروض ، وذلك ١٥ ، وضربنا ذلك في الوزن المحفوظ وهو ٤٠٠ ، يخرج ٦٠٠٠ . فنقسمها على الفضل بين النهار الأطول ونصف النهار الأقصر ، وذلك ٣٠ ، يخرج ٢٠٠ . وهو مثل الأول سواء . وربما يعوض عن الوزن بالكيل . هذا آخر المستغنى عنه . والله أعلم .

وإذا أردت أن يكون للعمل آخر ، أي إنه يحتاج في كل يوم وفي كل ليلة إلى مزاولة عمل جديد : فقد قدمنا أن الخابية تملأ ماء إلا نحو أربع[1] أصابع مضمومة . تعلّم من تحت شفة الخابية من داخلها بأربع أصابع مضمومة علامة

(١) في الأصل : أربعة .

واضحة . واملأ الخابية حتى يصل الماء إلى العلامة[1] . ويشترط أن يكون ما بين العلامة وسفل بطن الخابية طول محيط نهر القرص[2] الخشب ؛ فإن زاد لم يضر . ثم إن خرج الماء كله من الجزعة في مدة النهار الأطول لبلدك ، فذاك على ما يطلب في هذا المحل . ثم إن بقيت من الماء بقية بين سطحها (١٣و←) والعلامة مساوية[3] لمحيط نهر القرص فقد حصل المطلوب . فان كان أقصر من محيط النهر فاخرط من النهر قليلاً قليلاً ، أو وسّع الجزعة قليلاً قليلاً ، واجمع بين العملين حتى يتساويا[4] .

وفيه وجه آخر : وهو أن تعلّم على موضع الموري[5] في الصفيحة عند ابتداء العمل ، وعلى موضع وصوله عند فراغ المدة أي مدة النهار الأطول . وتقسم ما قطعه الموري بما بين العلامتين بقدر آخر النهار الأطول . وإن كان ما بين سطح بقية الماء والعلامة أطول من محيط نهر القرص ، أو خرج جميع الماء في مدة أقل من النهار الأطول ، فاتخذ قرصًا نهره أعظم ، أو جزعة بخشها أضيق ، حتى يصير ذلك متساويًا ، وهو المطلوب ، أو أزيد فيرد إلى المساواة بما تقدم .

تنبيه ينبغي أن لا يحكم إلصاق الجزعة حتى يتم العمل . بل يلصق بشمعة ونحوها[6] ليسهل قلعها متى احتيج إليه .

(١) حدث لهذه الكلمة بعض الشطب ، فكتبت صحيحة على الهامش الأيمن ، ووضع فوقها حرف (ن) اي الناسخ .

(٢) في الأصل : العرض .

(٣) في الأصل : مساو .

(٤) في الأصل : يساوي .

(٥) الموري هو سهم أو نتوء بارز في شبكة الأسطرلاب المسماة العنكبوت ، به يدار العنكبوت من أجل تشغيل الأسطرلاب للاستعمالات المختلفة ، انظر : شوكة ، إبراهيم ، المصدر السابق ، ص٢١ . وهو عمومًا يعني «المؤشر» في مختلف الآلات العلمية . ويقال له أيضًا «المري» .

(٦) حدث لكلمتي «شمعة ونحوها» بعض التسويد ، فكررها الناسخ على الهامش الأيسر وكتب فوقها (ن) .

تنبيه ثانٍ : إذا كانت العوامة سفلها صغير، ودور[1] الخابية كبيرًا[2]، فربما مرت على سطح الماء يمينًا وشمالاً، فأخلّت بالعمل. ولك في استدراك ذلك طرق. الأولى : ما ذكره البديع ابن الجزري ـ رحمه الله ـ أنه يتخذ على مركز سفل الإناء قضيب مستدير في غلظ القلم المتوسط، وطوله طول عمق الخابية. ويلصق قائمًا على مركزها عمودًا عليه. ويخرق سفل العوامة وصفيحتها خرقان، بأن يعمل بقرب مركزي السفل والصفيحة دائرتين متساويتين قريبتين، مركز أحدهما تحت مسقط حجر الأخرى. بحيث يدخل القضيب في تلك الدائرتين إذا اخترقتا بسهولة، وتخرقان[3]. وتتخذ صفيحة طولها سمك العوامة وعرضها كمحيط[4] إحدى الدائرتين المخروقتين. وتحنى (١٣ظ ←) تلك الصفيحة حتى يلتقي طرفاها[5] عرضاً، فتصير إحدى الدائرتين المخروقتين أسطوانة مجوفة على شكل مكاحل الكحالين. ويلحم محل التقاء طرفيها برصاص محكمًا. ثم تدخل في الخرقين بحيث يبقى أحد طرفيها ملتصقًا بسطح الصفيحة الأعلى، وبسطح سفل العوامة الأسفل، ويلحم طرفاها على السطحين محكمًا. ويدخل القضيب في الخرق الأسفل من العوامة.

ويشترط أن تكون الرزة التي في صفيحة العوامة التي تربط بها الحبل في مركز الصفيحة سواء. ويجوز أن يكون القضيب في نفس المركز تحقيقاً قريبًا[6] منه، وكذلك الجزعة. فإن كان[7] القضيب على مركز سفل العوامة سواء،

---

(١) المقصود محيط الخابية.

(٢) في الأصل : كبير، أي بدون الألف التي ترمز للفتحتين علامة النصب.

(٣) في الأصل : ويخرقا.

(٤) في الأصل : لمحيط.

(٥) في الأصل : تلتقي طرفاه.

(٦) في الأصل : أقريبا.

(٧) في الأصل : كانت.

وضعت الجزعة في غير المركز . وإن كانت الجزعة في المركز وضع القضيب في غير المركز . والله أعلم .

الثانية : أن تتخذ أربع صفائح ، كل صفيحة عرض إصبع . وتدوّر أطرافها ، حتى كأن الطرف قطعة من دائرة . وتنعّم أطرافها ، وتكسر حروفها ، أو تلصق[1] على صفيحة محيط العوامة متقابلة ، بحيث يكون بعد كل واحدة عما يليها من محيط الصفيحة سواء . ويكون طول كل منها بحيث يكاد يماس جوانب الخابية . إذا وضعت كذلك فلتتخذ لذلك ، ولتسمر من كل منها قدر نصف إصبع على محيط الصفيحة ، أو يلصق برصاص محكمًا .

الثالثة : أن تجعل الصفيحة دائرة أعظم من سفل العوامة ، بحيث تكون أصغر من محيط الخابية بقليل ، ليدخل فيها بسهولة . وينعّم محيطها ، ويكسر جوانبها بالمبرد . والله أعلم .

المقصد الثالث : في تتميم ما يحتاج إليه من أمر هذه الآلة وتوابعها :

تقدم الكلام في المقصد الأول على كيفيته أيضًا . للصفيحة في المحور على وجهين : وجه يكون المحور ثابتًا في الصفيحة في أحدهما ، وقابلاً[2] للفك والتركيب في الآخر . فالوجه الأول يترتب عليه معرفة الباقي للزوال إن كنت قبله ، والماضي منه إن كنت بعده . هذا في (١٤و ←) النهار . وفي الليل يعلم من ذلك الباقي لنصف الليل إن كنت قبله ، والماضي منه إن كنت بعده . وذلك بأن تتخذ صفيحة نحاس أو خشب مستديرة ، قطرها أزيد من قطر الصفيحة الموضوعة في المحور بقدر طول نصف إصبع . ويقسم محيطها بقدر درجات النهار

---

(١) في الأصل : يلصق .

(٢) في الأصل : وقابل .

الأطول ، يرسم على محيطها في تلك الأقسام : ا ب ج د هـ ، مكررة إلى أن تبلغ نصف النهار من الأقسام . ثم ترسمها معكوسة كذلك ، مبتدئًا مما يلي الواحد حتى يصل إلى آخر الأقسام من ذلك الجانب .

ثم تدير دائرة أخرى بين هذه الأعداد[1] وبين المحيط . ويوصل خطوط الخمسات إلى المحيط . ويكتب في كل قسم من تلك الأقسام ه ي ه ك ه ل ه م ه ن ، وما بعد ذلك من الأعداد ، حتى تبلغ آخر نصف النهار الأقصر طردًا . ثم تفعل كذلك عكسًا . ثم تجعل[2] بين الواحد الذي هو مبدأ أعداد الطرد والواحد الذي هو مبدأ أعداد[3] العكس موريًا . فهذه تسمى الدائرة الثابتة .

ثم تقسم محيط الدائرة المتحركة ، وهي التي في المحور ، بقدر النهار الأطول . ويرسم على تلك الأقسام الأعداد متوالية من الواحد حتى يبلغ جميع النهار الأطول بالطريق السابق طردًا كلها . واجعل بين بداية أعداد المتحركة ونهايتها موريًا آخر . ثم أدر المتحرك حتى يوازي موري الثانية من الأعداد المتحركة قدر نصف قوس النهار إن كان نهارًا ، أو ليلاً إن كان ليلاً . وليكن أحد الموريين أعلى[4] من الآخر كيلا يصطدما . واجعل حركة الدائرة المتحركة بحيث إنها كلما تحركت كان ما يوازي[5] موري الثابتة من أعدادها أقل .

فإن كان موري الثابتة [مائلاً][6] ميلاً يوازي من المتحركة ص درجة ، ثم يمضي بعده ٥ درج ، كان موري الثابتة يوازي حينئذٍ من المتحركة فيه درجة . فما

(١) بعد هذه الكلمة كتب الناسخ سهوًا الجملة التالية ثم شطبها : «حتى يصل إلى آخر الأقسام من ذلك الجانب» .
(٢) في الأصل : يجعل .
(٣) كتبت هذه الكلمة «الاعداد» ثم شطب الناسخ الألف لام .
(٤) في الأصل : أعلا .
(٥) سقطت «ما يوازي» ، ثم أضافها الناسخ على الهامش الأيسر وكتب أمامها (صح) ، وبين مكانها في السطر بعلامة صغيرة . .
(٦) ما بين المعقوفتين من عند المحققين .

وازاه موري[1] الثابتة[2] من الأعداد المتحركة هو الباقي للزوال . وما وازاه الموري المتحرك من الأعداد الثابتة هو الماضي من النهار . وكذا ما وازاه موري المتحركة من الأعداد هو الباقي للزوال . فلا يزال الأمر كذلك حتى يتلاقى الموريان الثابتان . فذلك وقت الزوال .

(١٤ظ ←) فإذا أردت أن تعلم هل أنت قبل الزوال أو بعده ، فانظر إلى موري المتحركة : فإن كان قاصدًا بحركته إلى جهة موري الثابتة ـ أي آخذًا في القرب منه ـ فأنت قبل الزوال . وإن لم يكن قاصدًا بحركته إلى جهته ـ بل هو آخذ في البعد عنه ـ فأنت بعد الزوال . وما وازاه موري المتحركة من أعداد الثابتة بعد الزوال ، فهو الماضي من الزوال .

فإن أردت أن تعمل فضل دائر للعصر فاتخذ موريًا متحركًا على ما اتصف من عمله في الدائرة المتحركة . وأدر الدائرة المتحركة حتى يتلاقى الموريان الثابتان . وحرك موري العصر حتى يقع على مقدار قوس العصر من الثابتة ، من الجهة التي يكون[3] فيها الموري الثابت في قوس العصر في المتحركة قبل الزوال . وليكن ذلك أول عمل تبدأ به . ثم حرك الدائرة المتحركة حتى يوازي موريها الثابتة من المتحركة قدر نصف قوس نهارك ، فابتداء الحركة من ثَمّ .

فإذا تلاقى[4] الموريان وقت الزوال : فما وازاه[5] موري العصر من الثابتة فهو الباقي للعصر . ولا يزال الحال كذلك حتى يوازي موري العصر موري الثابتة ،

(١) كتبت هذه الكلمة «الموري» ثم شطبت «ال» التعريف .
(٢) في الأصل : الثانية .
(٣) في الأصل : تكون .
(٤) في الأصل : تلاقا .
(٥) في الأصل: وزاه .

فهو وقت العصر . ثم ما وازاه موري العصر بعد ذلك من الثابتة ، فهو الماضي من العصر . وما دام الموري قاصدًا بحركته إلى موري الثابتة فأنت قبل العصر . وما دام منصرفًا بحركته عنه فأنت بعد العصر .

[فائدة جليلة : في عمل دوائر تتحرك في دائرة واحدة : وهو أن تأخذ صفيحة وتقطعها مستوية التدوير بالبركار[1] ، وتتخذ أخرى مثلها . ثم تدير البركار على أقل منها بعرض إصبع ، ثم على أقل من الأولى بعرض إصبع ، ثم على أقل من الثانية بقدر نصف إصبع ، ثم على أقل من الثالثة بقدر إصبع ، ثم على أقل من الرابعة بعرض نصف إصبع ، ثم على هذا الحكم . والثنتان الأوليان عرض إصبع ، ثم عرض نصف إصبع ، وكذا إلى ما شئت . ثم تقطع تلك الدوائر كلها ، وتلصق أعظمها على محيط الصفيحة الكاملة . وتبقي الثانية بغير لصاق ، وتلصق الثالثة التي عرض نصف إصبع ، وتخلي الرابعة بغير لصاق ، وتلصق الخامسة التي هي عرض نصف إصبع ، وتخلي السادسة بغير لصاق . وهكذا يستمر الحال ، إلى [أن][2] يبقي صعود دائرة عليها المركز . فيكون جميع الدوائر الملصقة أفاريز ، وغير الملصقة متحركة تدور بين الأفاريز . والأفاريز أقل عرض من الدوائر . وما تم دائرة مقطوعة غير الأولى . ثم تعمل في كل دائرة متحركة شظية تحرك بها ، أو يكون فيها بخش ، يوضع فيه ميل وتدار به . ثم تعمل في وسط كل إفريز من جهة أرباعه الأربع أربع عصافير يطبق على الدوائر المتحركة عند إرادة عدم حركتها . والله أعلم وينبغي أن يكون لكل عصفورة رأسان .]

---

(١) البركار : هي آلة الرسم الهندسي المعروفة ذات الساقين التي ترسم بها الدوائر أو الأقواس ، وأصلها فارسية ؛ الكلداني ، المطران آدي شير : معجم الألفاظ الفارسية المعربة ، بيروت ، ١٩٠٨م ، ص٢٠ .

(٢) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .

ويمكنك أن تعمل موريًا آخر متحركًا لمعرفة[١] الباقي للغروب . ويكون ترتيب عملك : أن تحرك الدائرة المتحركة حتى يتلاقى[٢] الموريان الثابتان . ثم تحرك موري العصر حتى يقع على مثل قوس عصر نهارك من الثابتة ، من الجهة التي يكون فيها الموري الثابت في المتحركة قبل الزوال . ثم تحرك الدائرة حتى يتلاقى موري العصر وموري الثابتة . ثم تحرك موري الغروب حتى يقع على مثل ما بين العصر والغروب ، من الجهة التي يكون فيها قوس العصر قبل العصر وبعد الزوال . ثم حرك الدائرة حتى يوازي موري الثابتة من المتحركة قدر نصف قوس (١٥و ســه) نهارك ، فابتداء الحركة من ثَمّ .

فهذه الآلة تعلم منها نهارًا بالموريين الثابتين الماضي من النهار أبدًا ، والباقي للزوال قبله وبعده ما مضى منه إلى آخر النهار . وتعلم من الموري الثالث المتحرك ما بقي للعصر بعد الزوال وقبل العصر . ثم بعد العصر يعلم الماضي إلى آخر النهار ، وبالموري الرابع المتحرك ما بقي للغروب . هذا في النهار .

وأما في الليل ؛ فاعلم أن نصف قوس الليل يقام مقام نصف قوس النهار ، وأن موري نصف النهار الثابت في المتحركة مشترك بينه وبين نصف الليل ، وأن موري العصر مشترك بين العصر والشفق ، وموري الغروب مشترك بينه وبين الفجر .

وينبغي أن يكتب على موري العصر «عصر/ شفق» ، وعلى موري الغروب «غروب/ فجر» . إذا تقرر ذلك فأدر الدائرة المتحركة حتى يتوازى[٣]

(١) الفقرة (paragraph) السابقة التي بين المعقوفتين ، من «فائدة جليلة» إلى «راسان» كتبت في هامش الصفحة . وذلك بأن وضع الناسخ فوق كلمة «لمعرفة» رقم ١ ، وهي إحالة إلى فائدة وضعها نصب ذلك الرقم على الهامش الأيمن وكتبها من الأسفل إلى الأعلى واستمرت على الهامش الأعلى ثم الهامش الأيسر .

(٢) في الأصل : يتلاقا .

(٣) في الأصل : يتوازا .

الموريان الثابتان . واطرح حصة الشفق من قوس الليل ، فما بقي فاجعل الموري المشترك بين العصر والشفق على مثله من الدائرة المتحركة . واطرح أيضًا حصة الفجر من قوس الليل ، وعلّم بالموري المشترك بينه وبين الغروب على مثل ما بقي من الدائرة المتحركة . ثم أدر الدائرة المتحركة ، حتى يوازي موري الثابتة منها قدر نصف قوس الليل ، وتكون حركة المتحركة بالشرط السابق . فهذا ابتداء الحركة .

فكلما وازى[1] موري الثابتة من المتحركة فهو الماضي من الليل أبدًا . ما دام موري الشفق طالبًا بحركته إلى جهة موري الثابتة فأنت قبل العشاء[2] . وما وازى[3] من الدائرة الثابتة فهو الباقي للعشاء ، إلى أن يوازي موري العشاء موري الثابتة فهو وقت العشاء . وما دام موري العشاء منصرفًا بحركته عن موري الثابتة فأنت بعد العشاء . وما وازى موري المتحركة الثابت من الثابتة (١٥ظ ←) فهو الباقي لنصف الليل ، ما دام آخذًا بحركته إلى جهة موري الثابتة . فإذا وازاه فهو نصف الليل . وما دام منصرفًا بحركته عنه فأنت بعد نصف الليل . وما وازى من الثابتة فهو[4] الماضي من نصف الليل ، حتى يصل إلى نهاية العدد . وما وازاه موري الفجر من الثابتة فهو الباقي للفجر ، ما دام آخذًا بحركته نحو موري الثابتة ، وأنت حينئذٍ قبل الفجر . وما وازى[5] من الثابتة بعد ذلك فهو الماضي من الفجر .

(١) في الأصل : وازا .
(٢) في الأصل : العشا .
(٣) في الأصل : وازا .
(٤) كتب الناسخ بعد (فهو) جملة « . . الباقي لنصف الليل ما دام آخذا بحركته إلى جهة موري الثابتة» في هذا الموقع سهوًا ، ثم شطبها كلمة كلمة .
(٥) في الأصل : وازا .

تنبيه : كل مورٍ إن أخذ بحركته إلى جهة موري الثابتة ، مفارقًا بحركته ملتقى نهايتي العدد من الجانبين ، فالعمل فيه ما تقدم . وإن كان كذلك وهو قاصد بحركته إلى ملتقى نهايتي العدد ، وأردت تعرف كم بقي له حتى يوازي موري الثابتة ، فانظر إلى ما وازاه من الثابتة ، واطرح ذلك من قوس النهار الأطول ، الذي هو نهاية العدد من الجانبين ، وزد الباقي على نصف قوس النهار الأطول أيضًا ، يحصل المطلوب .

وكل مورٍ وازى موري الثابتة ، وانصرف بحركته عنه ، وكان قاصدًا بحركته ملتقى نهايتي العدد ، فالعمل فيه ما تقدم . فإن وازى ملتقى نهايتي العدد ، وانصرف بحركته عنها ، وأردت أن تعلم كم مضى له منذ وازى موري الثابتة ، وإلى الوقت المفروض ، فافعل ما تقدم : بأن تطرح ما وازاه من الثابتة من قوس النهار الأطول ، فما بقي فهو الماضي من لدن[1] وازى موري الثابتة ، وإلى الوقت المفروض . وإن شئت فاطرح ذلك من نصف قوس النهار الأطول ، وزد ما بقي على نصف قوس النهار الأطول .

ويمكن الاستغناء عن ذلك بأن ترسم[2] على الصفيحة الثابتة دائرتين متوازيتين . وتقسم كلا منهما بقدر (١٦و←) النهار الأطول . وترسم الأعداد متوالية ، إلى أن تنتهي إلى مقدار النهار الأطول . ثم ترسم في الأخرى الأعداد مبتدئًا بالواحد من موازاة نهاية الدائرة الأولى . وترسم[3] الأعداد عكسًا حتى تبلغ نهايتها موازاة الواحد من الدائرة الأولى . وتسمى الأولى دائرة الماضي ، والثانية دائرة الباقي . وتجعل موري الثابتة بين بداية

(١) من لدن كذا : أي من حين كذا .

(٢) في الأصل : يرسم .

(٣) في الأصل : وقسموا .

دائرة الباقي ونهايتها . وتقيم دائرة الباقي مقام الثانية في جميع ما تقدم ، إلا ما يستثنى . وتجعل حركة المتحركة على جهة توالي أعداد دائرة الماضي ، وعكس دائرة الباقي .

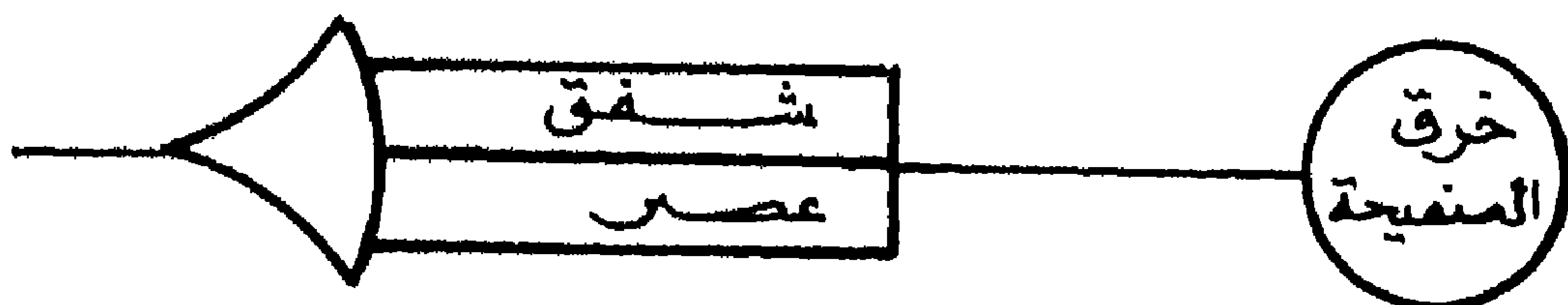
وكل مورٍ كان آخذًا بحركته إلى موري الثابتة ، ولم يكن وازاه في ذلك اليوم أو تلك الليلة ، وأردت معرفة ما بقي له حتى يدخل وقته ، وذلك عند موازاته لموري الثابتة ، فانظر ما يوازي ذلك المري من دائرة الباقي ، فهو الباقي له إلى أن يدخل وقته ، ويوازي موري الثابتة .

وكل مورٍ كان منصرفًا بحركته عن موري الثابتة -بعد أن وازاه- وأردت معرفة ما مضى من وقت موازيه إلى الوقت الذي أنت فيه ، فانظر ما يوازي ذلك المري من أعداد دائرة الماضي ، فهو الماضي من وقت موازاته ، وإلى الوقت الذي أنت فيه .

صفة عمل الموري : أما الثابتان فتجعل كلاً[1] منهما قائماً[2] على صفيحته . وأما المتحركة فتتخذ صفيحة صغيرة مستديرة أو مربعة ، وتجعل على مركزها دائرة ، بحيث إذا خرق محيطها دخلت في المحور بين السلاسة والقهر . ويتصل بها قضيب دقيق أو قطعة من صفيحة سَمِكة قليلة العرض ، ورأسها على ما أصف . والاتصال بالصفيحة[3] التي تدخل في المحور إما بأن يسمر القضيب أو الصفيحة المستطيلة عملها ، أو يلصق عليها رصاص محكمًا ، أو يكون منها بأن يؤخذ شكلها من صفيحة كبيرة . (١٦ظ ←)

(١) في الأصل : كل .
(٢) في الأصل : قائم .
(٣) حدث لكلمة «الصفيحة» بعض الطمس ، فوضعها الناسخ على الهامش الأيسر وكتب فوقها (ن) .

وليكن أطرافها تكاد أن تماس محيط الصفيحة الثابتة . وليكن الموري على هذه الصفة (شكل : ٤) .



شكل ٤

ويمكن أن يكتب في أحد الوجهين شفق ، وفي الآخر عصر ، وكذا الموري المشترك بين الغروب والفجر . ثم يدخل حرف الصفيحة في المحور فوق الصفيحة المتحركة . ويجعل فوقه الموري الآخر . ويجمع ذلك كله بفرسين ، هيئة فرس الأسطرلاب ، أحدهما من خلف الصفيحة ، والآخر[1] فوق المري الأعلى[2] . ويطرق الفَرَسان[3] جيدًا ، بحيث تصير حركة الصفيحة المتحركة والموريين بين السلاسة والقهر ، بل إلى القهر أقرب . ويكون وضع كل من الصفيحة والموريين في المكان الذي يتعين وضعه فيه ، بحسب ما يؤدي إليه العمل قبل إحكام إدخال الفرس التي في الوجه . والله أعلم .

فصل في عمل الطالع : هذا باب قد يمس حاجة كثير من الناس إليه ، ويعولون كثيرًا عليه . وصفته : أن تقسم كلا من الدائرة المتحركة ودائرة الباقي

(١) في الأصل : والأخرى .
(٢) في الأصل : الأعلا .
(٣) في الأصل : الفرسين .

ودائرة الماضي ثلاث مائة وستين قسمًا ، على حكم ما سبق في الطرد والعكس وجهة الحركة وعمل الخابية . ثم يؤخذ محور متحرك[1] آخر ، ويكتب عليه الطالع . ثم ترسم دائرة في الصفيحة الثابتة ، موازية لدائرتي الماضي والباقي . والأولى أن تكون على محيط الصفيحة . وترسم دائرة الباقي داخلها ، ودائرة الماضي داخل دائرة الباقي . وتقسم تلك الدائرة بثلاث دوائر : في أولاهن أسماء البروج ، وفي الثانية آحاد ، وفي الثالثة خمسات الدرج . ولتكن[2] تلك القسمة على حكم مطالع البروج بالبلد ، محولة إلى درج السواء . فتكون فيها بروج قصار وبروج طوال ، بحسب ما يقتضيه حال المطالع . ويجعل جهة توالي أعدادها من جهة توالي أعداد دائرة الماضي . وتعمل جميع أعمال النهار كما تقدم . ويحرك موري الطالع وقت الشروق على تبع على مثل درجة الشمس من دائرة الطالع . فإذا كان (١٧و ـــهـ) وقت الغروب ، فرتب المواري والدائرة المتحركة على أعمال الليل كما تقدم . ولا يحتاج إلى تغيير موري الطالع ، فإنه يقع وقت الغروب على نظير درجة الشمس من دائرة الطالع . فكل وقت أردت معرفة الطالع فيه من ليل أو نهار فانظر إلى موري الطالع . فما من دائرته في ليل أو نهار من البروج وأجزائها فذلك البرج برج الطالع . وذلك الجزء الذي وقع عليه الموري هو مقدار الطالع منه .

تنبيه : ربما احتيج أن يعمل في الصفيحة شمس وقمر ، وكواكب ثابتة ، فذلك ممكن . فراجع في الشكل الأول من كتاب البديع عماد الدين إسماعيل بن الرزاز الجزري ، واعمل على حكم ما هناك . وربما أريد أن تجعل في الشاذروان خزانة ، نظير ما في الشكل الأول من الأبواب ، والطيرين اللذين يلقيان البندق

(١) في الأصل : محوراً متحركًا .
(٢) في الأصل : وليكن .

في كل ساعة زمانية ، وعمل طبالين وصناجين وزامرين ، إلى غير ذلك مما اشتملت عليه الخزانة . فاعمل فيها جميع ما ذكره هناك ، خلا ما يتعلق بعمل المواري ودوائر الماضي والباقي والطالع ، فاعمل فيها على ما قررته هنا . وكذا عمل الخابية وكذا عمل المحرك لفتح الأبواب ، وكذا عمل المحرك لأيدي الطبالين ، فاعتمد في هذه على ما قررنا وعلى ما سنقرره . واعتمد فيما عدا ذلك على ما ذكره من عمل فلك الشمس والقمر والكواكب الثابتة ، وعمل العجلة وميدانها . والله أعلم .

فصل : فيما إذا أردت أن تكون الآلة دائمة العمل ، أي لا يحتاج إلى لمس شيء منها بيد ، لا في ليل ولا في نهار . وقد قدمنا في ذلك طرقًا صالحة[1] . والآن نكمل ما قدمناه ، مكملاً بجميع ما يحتاج إليه ، ليزداد وضوحًا عند عامله . فاقسم الصفيحة الثانية بدائرة الباقي ودائرة الماضي كما تقدم ، بحيث أن تكون[2] كل واحدة من الدوائر مقسومة ٣٦٠ جزءاً ، كما مر في ترتيب وضع أعدادها ، طردًا وعكسًا ، وجهة حركة المتحركة بالنسبة إلى تلك الأقسام . ثم تجعل في الدائرة المتحركة موريًا ثانيًا ، (١٧ظ ←) وتحركها[3] على فتح المورى على ما بين البداية والنهاية من دائرة الباقي . وتدعها أبدًا ، فما قطعه المورى من دائرة الماضي فهو الماضي من الزوال السابق ، على الوقت الذي أنت فيه . فإن كان[4] نهارًا ـ وهو أقل من قوس العصر ـ فاطرحه من قوس العصر ، يحصل الباقي للعصر . وإن كان أكثر من قوس العصر فاطرح قوس العصر منه ، يحصل الماضي من العصر . وإذا طرحت الماضي من الزوال نهارًا من نصف قوس النهار ، حصل

(١) في الأصل : صالحًا .
(٢) في الأصل : يكون .
(٣) في الأصل : ويحركها .
(٤) سقطت الأداة «كان» من موقعها ثم أضافها الناسخ فوق السطر .

الباقي للغروب . وإن أردت الماضي من الزوال نهارًا على نصف قوس النهار ، حصل الماضي من النهار . وإن كان ليلاً فاطرح من الماضي من الزوال نصف قوس النهار والسابق على ليلك ، يحصل الماضي من الغروب . فإن كان أقل من حصة الشفق فاطرحه منها ، يبقى الباقي للعشاء . وإلا فاطرحها منه ، يحصل الماضي منها . وإن كان أقل من حصة الفجر فاطرحه منها ، يبقى الباقي للفجر . وإلا فاطرحها منه ، يحصل الماضي من الفجر . وما قطعه الموري من دائرة الباقي للزوال الآتي ، فإن كان الباقي مساويًا[1] لنصف قوس النهار فهو وقت الشروق . وإن كان أقل فهو فصل الدائر اطرحه من نصف قوس النهار ، يحصل الماضي من النهار .

تنبيه : يمكن الاستغناء عن الدائرة المتحركة بمورٍ[2] يجعل في المحور . ولتكن[3] حركة الموري سواء إن اتحد على دائرة أو على المحور ، من حين يبتدئ وإلى أن ينتهي لموضع ابتدائه ٣٦٠ درجة . وليكن ابتداء العمل قبل الزوال . وقد قدمنا كيفية العمل فيما يحرك هذه دائمًا ، وما يحرك أيدي الطبالين في كل ساعة مستوية تمضي من الزوال ، إن أريد ذلك .

ويشبه هذا العمل بعينه ما إذا أريد عمل بنكامه لمدة معينة ليست مرتبطة بابتداء معين . فيكون عبارة عن بنكام له عمر معلوم ، يجعل ابتداؤه من أي وقت شئت . فتارة يكون ساعة مستوية ، وتارة تكون عشرين درجة ، وتارة ساعتين ، وتارة ربع دورة ، وأقل من ذلك وأكثر ، بحسب ما يختار المستعمل . (١٨و ــهـ) وكيفية عمل ذلك أن ترسم في الصفيحة الثانية دائرة الماضي .

---

(١) في الأصل : مساوٍ .
(٢) في الأصل : بموري .
(٣) في الأصل : وليكن .

وتقسم[1] مثل ما تريد ، مثل ي ، أو ك ، أو ل ، أو م ، أو ن[2] ، أو أقل أو أكثر بحسب ما تختار[3] . وركب في المحور موريًا يقطع تلك الدائرة بقدر تلك الأقسام درجًا . وإن أردت أن تعمل الطبالين كلما عاد في المحور إلى محل ابتدائه أمكنك ذلك . وهذا العمل يمكن أن يكون دائبًا[4] ، فيلزم أن يكون ابتداؤه[5] من وقت الزوال ، وأن تكون أقسام تلك الدائرة بعدد[6] ينقسم عليه الثلاثمائة والستون قسمة صحيحة . وذلك ب جـ د هـ[7] و ح ط ي يب يه يح ك كد ل لو م مه س عب ص قك قف[8] .

ولك في عمل ذلك وجهان : الأول أن يكون ما في الخابية يفرغ بفراغ دورة الموري إلى ماء جديد . والثاني أن يكون ما في الخابية يفي بدورات عديدة ، والأولى أن تكون مدته شس[9] .

فالوجه الأول تتخذ[10] له كفة تمتلئ عند تمام الدورة بمقدار ما يخرج من الخابية في المدة ، وتصب في حوض تصب على دولاب الكفات[11] . والذي

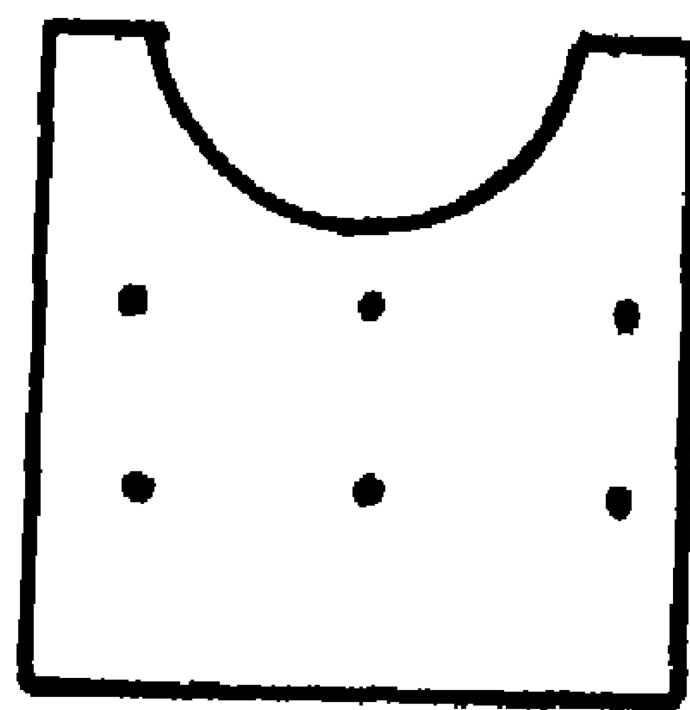
(١) في الأصل : ويقسم .
(٢) المقصود ١٠ أو ٢٠ أو ٣٠ أو ٤٠ أو ٥٠ بحساب الجمّل ؛ شربل ، موريس : الرياضيات في الحضارة الإسلامية ، طرابلس (لبنان) ، ١٩٨٨م ، ص ٤٨ .
(٣) في الأصل : يختار .
(٤) في الأصل : دآبا .
(٥) في الأصل : ابتداه .
(٦) في الأصل : بعد .
(٧) في الأصل : ه .
(٨) بحساب الجمّل الحروف المذكورة تساوي الأعداد الآتية ، وهي الأعداد التي تقبل قسمة ٣٦٠ عليها كما قال المؤلف : ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦ ، ٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١٢ ، ١٥ ، ١٨ ، ٢٠ ، ٢٤ ، ٣٠ ، ٣٦ ، ٤٠ ، ٤٥ ، ٦٠ ، ٧٢ ، ٩٠ ، ١٢٠ ، ١٨٠ . انظر شربل ، موريس ؛ المرجع السابق ، ص ٤٨ .
(٩) كلمة «شس» تساوي بحساب الجمّل ٣٦٠ درجة . شربل ، موريس ؛ المرجع السابق ، ص ٤٨ .
(١٠) في الأصل : تتخذو .
(١١) بعد كلمة الكفات ، كتب الناسخ «إلى الخابية» ثم شطبها . ودولاب الكفات هو الذي سبق للمؤلف أن وصفه في صفحة ١١و . وهو عجلة تحمل كفات أي صحوناً وتدور بها .

يتفرغ دولاب الكفات يذهب إلى قدره الصغير ، إن جعل في الآلة رمز ، وإلا فلا يحتاج إلى قدر صغير . وينتهي من القدر[1] الصغير الكفات إلى الخابية .

والوجه الثاني كذلك ، غير أنه ينتهي من قدره الصغير أو من حوض دولاب الكفات إلى إناء فيه مقلب واسع . إذا حصل في ذلك الإناء من الماء مقدار ما يخرج من الخابية في مدة شس درجة انتهى إلى حنية المقلب ، فيخرج جميع ما في ذلك الإناء ، ويجري في قصبة أو مجراه إلى أعلى[2] الخابية فيصب فيها .

تنبيه : ينبغي أن يكون امتلاء الكفة وتفريغها قبل تمام دورة المري[3] بمقدار ما يجري الماء منها ، وإلى أن ينتهي خروجه من قدره الصغير .

فصل في تتمة ما تحتاج إليه الآلة الفلكية : ينهر المحور على قدر أربع أصابع مضمومة ، (١٨ظ←) من موضع اتصاله بالدائرة المتحركة ، نهرًا يكون أوسع من سمك الصفيحة الآتي ذكرها قليلاً . ثم تتخذ صفيحة سميكة تكون[4] مربعة ، كل ضلع منها أزيد من بطن المحور بعرض إصبعين . ثم تخط[5] خطاً وهمياً مستقيمًا قريبًا من محيطها ، موازيًا لضلعها . ويقسم هذا الخط نصفين . ويعلّم نقطة منتصفه . ثم يفتح البركار على قدر نصف قطر ذلك النهر ، وتدار به نصف دائرة على تلك النقطة في الصفيحة . وتخرق نصف تلك الدائرة فتصير على هذه الصفة : (شكل : ٥) .



شكل ٥

(١) في الأصل : قدر .
(٢) في الأصل : أعلا .
(٣) أي المورِي .
(٤) في الأصل : سمكة يكون .
(٥) في الأصل : يخط .

وينعم الخرق بالمبرد الشرث[١] ، ثم بالمسن . ثم تبخش هذه الصفيحة في الأماكن المعلمة ، ونحوها مما يحسن . ثم يتخذ لوح[٢] من خشب مستطيل ، عرضه عرض ما بقي من الصفيحة بلا خرق . ويوضع من الصفيحة[٣] ما ليس بمخروق على اللوح في وسط طوله . ويبخش على حكم أبخاشها ، ويسمر عليه محكمًا على تلك الأبخاش[٤] . ويسمر اللوح على عارضتين ثابتتين ، بحيث يبقى خرق الصفيحة إلى فوق . وتكون قائمة على الأفق في غاية الصحة ، على موازاة خرق الصفيحة الثانية الآتي وصفها ، بحيث لا ينحرف أدنى انحراف عن موازاتها يمينًا ولا شمالاً . وليكن بين هذه الصفيحة وبين ظهر واجهة الصندوق مقدار ما إذا وضع نهر المحور عليها كانت[٥] الصفيحة المتحركة بارزة عن واجهة الصندوق ، غير ماسة لها .

وتتخذ خرزة[٦] من فولاذ مربعة ، محفور وسطها قدر ما يدور فيه ميل المحور بسهولة . ويبخش في أطرافها الأربعة[٧] . وتسمّر[٨] في وسط طول لوح ، طوله طول لوح[٩] صفيحة نصف الدائرة ، وعرضه مثله أو أقل . ويسمر اللوح على عارضتين ثابتتين (١٩وهـ) كما تقدم . ولتكن موضوعة بحيث يكون مركزها على موازاة مركز نصف الدائرة ، والبعد بينهما قدر ما بين طرف المحور الذي فيه

(١) المبرد هو الحديدة المعروفة المستعملة لسحل الخشب والحديد ، أما كلمة الشرث فوردت في الأصل بالباء . والشرث (بالثاء) بمعنى الخشن أي المبرد الخشن ؛ الكرمي ، المرجع السابق ، ج٢ ، ص ٤٤٥ .
(٢) في الأصل : لوحًا .
(٣) في الأصل : الصحيحة .
(٤) بعد كلمة «الأبخاش» هناك جملة مشطوبة من أربع كلمات هي «ويبخش على حكم أبخاشها» ، وهي جملة سبق نسخها في بداية السطر .
(٥) في الأصل : كان .
(٦) في الأصل : حرزة .
(٧) في الأصل : الأربع .
(٨) في الأصل : ويسمر .
(٩) سقط حرف الحاء من كلمة لوح .

الميل والنهر . فمتى وضع ميل المحور في الخرزة كان النهر على نصف الدائرة ، وكان المحور منتصبًا موازيًا للأفق ، ومركز قطره منطبقاً[1] على مركز الصفيحة الثابتة . ومتى أدير دار بسهولة ، على صورة مما يدور دولاب غزل[2] القطن .

فصل : في عمل ما يحرك أيدي الطبالين لأوقات غير متساوية الأجزاء ، مثل أوقات الصلوات والساعات الزمانية : اعلم أن العلامة البديع عماد الدين[3] إسماعيل بن الرزاز الجزري تغمده الله برحمته ، وتجاوز عن سيئاته ، وغفر له ولنا ولجميع المسلمين ، قد رتب الساعات الزمانية على مخرج الماء من الخابية ، وجعله متفاوتًا في طول السنة . وبنى ذلك على أمر متعب جداً . وأيضًا فإنه لم يرتب العمل إلا على الساعات الزمانية فقط . فجعل نوبة[4] الطبالين تعمل في السادسة من النهار ، وذلك وقت الظهر . وفي التاسعة : وليست بالحقيقة وقتًا للعصر . وفي الثانية عشرة : وهو وقت المغرب . ولم يجعل لوقت العشاء نوبة ، فإنها لا تنطبق على آخر ساعة زمانية . وجعل نوبة السادسة من الليل ، وهو وقت نصف الليل . فلم يرتب العمل إلا على أجزاء متساوية في اليوم والليلة ، مع صعوبة ما نحاه ومشقة ما انتهجه .

وقد يسر الله الكريم بفضله علينا طريقة سهلة يرتب الإنسان عليها ما أحب واختار من الأوقات المتساوية والمختلفة ، مثل أوقات الصلوات ، وغيرها من الأوقات التي يحسن معها عمل النوبة .

---

(١) في الأصل : منطبق .

(٢) في الأصل : عزل ، بالعين المهملة .

(٣) سقط الاسم «عماد الدين» من موقعه فأضافه الناسخ على الهامش الأيمن وكتب أمامه (صح) ، وبين مكانه في السطر بعلامة صغيرة .

(٤) في الأصل : نوم .

فأقول مستمداً المعونة من واهب العقل سبحانه وتعالى[1] : إن كان غرض الواضع من أن يريد عمل خزانة متضمنة لكل ما عمله العلامة ابن الجزري في مكان الخزانة من الأبواب والطيرين وغير ذلك ، فالترتيب فيه كما عمله العلامة ابن الجزري من اتخاذ عجلة وميدانها وقضيب حديد لرمي أرجل[2] الأشخاص من على الغربان . (١٩ظ ←) فكل ذلك يسلك فيه ما سلكه ، إلا ما يستثنى .

وذلك أن تتخذ خشبة مربعة من خشب صلب يكون أطول من ميدان العجلة بأربع أصابع مضمومة ، وعرضها إصبعان مضمومة في مثلها ، وتصحح أحد وجوهها الأربعة[3] غاية ما يمكنك . وتخط[4] على هذا الوجه عرضًا خطين على مقدار إصبعين مضمومتين من كل طرف عمودين على ضلعها المستطيل ليصير ما بينهما مساوياً لميدان العجلة .

ثم تخط[5] بين هذين الخطين خطين مستطيلين موازيين لضلعي الخشبة الطوليين . ويقسم ما بينهما طولاً بقدر قوس نهار بلدك الأطول . ويكون على تلك الأقسام أعلاها ، مبتدئًا من جهة سير العجلة ، فتبقى الأقسام آخذة على جهة توالي سير العجلة .

ثم تتخذ خشبة [أخرى][6] مثل الخشبة [المقسومة الأولى][7] سواء . وتسمر[8] الخشبة المقسومة على سمت حرف ميدان العجلة الخالي عن وجهه

(١) يكتب الناسخ كلمة «تعالى» مختصرة غير كاملة بحيث يضع على حرف المدّ من «تعا» ذيل يمتد نحو الخلف ويكتفي بها عن كتابة «لى» .

(٢) بالأصل : اومى ارجل .

(٣) في الأصل : الأربع .

(٤) في الأصل : يخط .

(٥) في الأصل : يخط .

(٦) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .

(٧) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .

(٨) في الأصل : ويسمر .

على عارضتين ثابتتين ، بحيث تكون موازية للأفق في غاية الصحة ، ويكون الوجه المقسوم قائمًا على الأفق على موازاة واجهة الخزانة . وتسمر تلك الخشبة الأخرى بحيث تكون موازية لأعلى الخشبة المقسومة ويكون بينهما مقدار ما يدخل فيه رأس الخنصر .

ثم تتخذ ستة جداول تكتب في أعلى أولها «حمل» وأسفله «ميزان» وأعلى[١] ثانيها «ثور» وأسفله «عقرب» ، هكذا على توالي البروج إلى السنبلة . وتحت كل برج نظيره وهو سابعه . وتجعل[٢] لكل جدول حاشيتين في طرفيه طولاً . ثم تقسم[٣] بين الحاشيتين باثني عشر قسمًا متساوية . ثم تقسمه[٤] طولاً بأحد وثلاثين قسماً ، يكتب في القسم الأعلى منها أعداد الساعات بالأحمر هكذا : «الأولى» ، «الثانية» ، «الثالثة» ، هكذا إلى الثانية عشرة[٥] .

ثم تكتب[٦] في الحاشية اليمنى الأعداد متوالية بالأحمر من أ إلى ل[٧] ، آخذاً من الأعلى إلى الأسفل . ثم تكتب في الحاشية اليسرى الأعداد متوالية بالأحمر من كط[٨] إلى [أ][٩] من الأسفل إلى الأعلى . ثم تدخل بأول درجة من الحمل تحت نصف قوس بلدك ، وتقسم ما وجدته على و أو تبقي منحطاً في ي يخرج مقدار الماضي من النهار عند آخر الساعة الأولى . فثبت

(١) في الأصل : أعلا .
(٢) في الأصل : ويجعل .
(٣) في الأصل : يقسم .
(٤) في الأصل : يقسمه .
(٥) في الأصل : الثانية عشر .
(٦) في الأصل : يكتب .
(٧) من (أ) إلى (ل) بحساب الجمل أي من ١ إلى ٣٠ . انظر شربل ، المرجع السابق ، ص٤٨ .
(٨) كط بحساب الجمل تساوي ٢٩ .
(٩) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .

ذلك مقابل من أعداد الحاشية اليمنى تحت الأولى ، ثم تضعف ذلك يحصل آخر الساعة (٢٠و ـــــ) الثانية كذلك ، فثبّتها بإزاء[١] الأولى .

ثم تزيد الأولى على الثانية يحصل أجزاء الثالثة كذلك ، وهلم جرا إلى الثانية عشرة[٢] . وعلامة الصحة أن تخرج[٣] السادسة مساوية لنصف القوس الذي قسمته ، والثانية عشرة[٤] مساوية لضعفه ، وهو ذلك قوس النهار . ثم تدخل إلى درجة من الحمل تحت نصف قوس نهار بلدك ، وتأخذ ما وجدت وتفعل به ما تقدم . ولا تزال تفعل ذلك بدرجة بعد أخرى ، إلى الدرجة الثلاثين من الحمَل .

ثم اعمل بالثور والجوزاء والسرطان والأسد والسنبلة مثل ما عملت في الحمَل ، فهذه جداول الساعات الزمانية ، وسيأتي في كيفية العمل بها . وإن فسح الله تعالى سبحانه وتعالى بمنّه وكرمه في الأجل ، وساعد القدر ، وأبرزت هذه الأعمال بالفعل ، رتبت هذه الرسالة أحسن ترتيب ، وصورت فيها جميع ما يحتاج إليه بعد أن أوضح الكلام عليه بنهاية ما أستطيعه من الإيضاح . ولا أحيل فيه على كتاب ، كما صنعت هنا ، فإني أحلت كثيرًا من الأعمال على كتاب العلم والعمل للعلامة البديع عماد الدين إسماعيل بن الرزاز الجزري تغمده الله برحمته ، قصدًا للاختصار[٥] ، وطلبًا لإثبات ما ابتكرته دون كثير مما عداه . واحسب إن شاء الله تعالى جداول الساعات من عرض يه إلى عرض مه ، بتفاوت جـ جـ فتكون جداول

(١) في الأصل : بازا .
(٢) في الأصل : الثانية عشر .
(٣) في الأصل : يخرج .
(٤) في الأصل : الثانية عشر .
(٥) سقط حرف التاء من كلمة الاختصار وكتبت (خصار) على الهامش الأيسر .

الساعات قد حسبت لأحد عشر عرضًا وهي يه ، يح ، كا ، كد ، كز ، ل ، لج ، لو ، لط ، مب ، مه[1] ، إن شاء الله تعالى . وبه التوفيق والتأييد بمنه وكرمه ، إنه جواد كريم .

ثم تتخذ أربعة عشر قضيبًا من نحاس ، كل قضيب منها غلظ إصبع معتدل ، وطوله قبضتان : وهي ثماني[2] أصابع مضمومة . ويعطف من رأس كل منها قدر إصبعين مضمومتين بحيث يبقى كأنه قطعة من صفيحة متساوية[3] السطح . ثم تجعل تلك الصفيحة على السطح الأعلى من الخشبة المقسومة ، بحيث تبقى[4] بقية القضيب نازلة إلى أسفل على وجه السطح المقسوم من الخشبة . ثم يعطف من طرفه[5] الآخر قدر نصف إصبع على زوايا قائمة ، بحيث يبقى المعطوف موازيًا لوجه الخشبة المقسوم . ويكون انعطافه من جهة توالي العدد . وينعّم هذا الطرف المعطوف تنعيمًا زائدًا .

فالقضيب من هذه (٢٠ظ ←) على هذه الصفة يسمر غرابًا ، يحتاج منها في أعمال النهار إلى ثلاثة عشر غرابًا ، منها اثنا عشر للساعات الاثنتي عشرة[6] الزمانية منها اثنان مشتركان ، وهما السادس للساعة السادسة ولنوبة الظهر ، والثاني عشر للثانية عشرة[7] ولنوبة المغرب والثالث هو غراب العصر .

---

(١) بالأرقام العادية تكون عبارة المؤلف كالآتي : «جداول الساعات من عرض ١٥ إلى عرض ٤٥ ، بتفاوت ٣ ، ٣ . فتكون جداول الساعات قد حسبت لأحد عشر عرضًا ، وهي ١٥ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ ، ٢٧ ، ٣٠ ، ٣٣ ، ٣٦ ، ٣٩ ، ٤٢ ، ٤٥» .

(٢) في الأصل : ثمان .

(٣) في الأصل : مستوى ، ثم صححها الناسخ على الهامش بكتابة : متساوي .

(٤) في الأصل : يبقى .

(٥) في الأصل : طوقه .

(٦) في الأصل : الاثني عشر .

(٧) في الأصل : للثانية عشر .

وفي الليل يحتاج أربعة عشر غرابًا منها اثنا عشر للساعات الاثنتي عشرة[1] الزمانية منها ثلاثة مشتركة : وهي السادسة للساعة السادسة ولنوبة نصف الليل ، والثامن للساعة الثامنة ولنوبة أول الثلث الأخير من الليل ، وربما جعل التاسع بدل الثامن مشتركًا بين الساعة التاسعة ونوبة الرابع الأخير من الليل . وليس في تغيير ذلك كبير عمل ، بل هو وضع التشقيل[2] في الثامن أو في التاسع ، وذلك بحسب ما يختاره المستعمل . والثاني عشر مشترك بين الثانية عشرة[3] ونوبة طلوع الشمس . والغراب الثالث عشر لنوبة العشاء والغراب الرابع عشر لنوبة الفجر .

وربما احتاج المستعمل إلى أن يستيقظ في وقت معين من الليل في بعض الأوقات بسفر أو رصد أو غير ذلك ، فتبطل إحدى النوبتين إما نوبة نصف الليل ، أو نوبة الثلث أو الربع الأخير منه وتنظر ذلك الوقت المفروض فإن ساوى[4] آخر ساعة جعلت تشقيل إحدى النوبتين في غراب تلك الساعة موفى . وإن لم يوافق وقت نوبة ولا آخر ساعة فيكون عندك غراب زائد عن الأربعة عشر ، تضعه على ذلك الوقت المفروض ، كما ستعلمه . واجعل فيه تشقيل إحدى النوبتين التي تريد إبدالها بذلك الوقت ، وإن كان المستعمل لا يرى إبطال شيء من تلك النوب ، بل يريد استعمالها كلها مع الوقت المفروض . واجعل عدة الأحواض ستة ، بزيادة[5] حوض . والله أعلم .

(١) في الأصل : الاثني عشر .
(٢) في الأصل : التشقل .
(٣) في الأصل : الثانيه عشر .
(٤) في الأصل : ساوا .
(٥) في الأصل : بزياده وزياده .

فصل في ترتيب الغربان على الساعات الزمانية وأوقات عمل النوبة ليلاً ونهارًا : تتخذ[1] أسافين[2] صغارًا بعدة الغربان من خشب أو حديد أو نحاس . ثم تستخرج درجة الشمس أو آخر الساعات الزمانية الاثنتي عشرة[3] نهارًا ، وبنظير درجاتها ليلاً ، من جدول الساعات الذي قدمنا صفة عمله . ثم حرك صفيحة الغراب الأول حتى يقع آخر (٢١و ←) طرف المعطوف الأسفل على موازاة مثل أخر[4] الساعة الأولى من الأعداد المرسومة على الخشبة المقسومة ، ثم خذ إسفينًا منها ، ولف عليه خرقة ، ودقه[5] فوق صفيحة الغراب بين الخشبتين حتى يمتنع تحريك الغراب ، ويصير ثابتًا لا يتحرك إذا عولج في تحريكه باليد . وتفعل بالساعة الثانية والغراب الثاني ما فعلت بالأول ، إلى آخر اثنتي عشرة[6] ساعة باثني عشر غرابًا . وليكن الإسفين يفضل منه فضلة بعد نهاية دقه ، تكون[7] قدر نصف إصبع ، ليسهل قلعه متى أريد ذلك بأن يطرق من أحد جانبيه فينقلع .

ثم زد قوس العصر نهاراً على نصف قوس النهار مهما كان ، فاجعل طرف غرابه على موازاة مثله من الخشبة المقسومة ، وثبته بإسفين كما مرّ . وإن كان ليلاً فضع غراب نوبة العشاء على مقدار حصة الشفق ، وغراب الفجر على مقدار حصة الفجر مزيدة على نصف قوس الليل ، على نسق الوضع السابق والتثبيت المتقدم .

(١) لم تنقط جميع أحرف الكلمة .
(٢) الأسافين جمع إسفين ، وهو القطعة المدببة من الخشب أو الحديد المستعملة لقطع الخشبة أو لتثبيت الباب ونحوه ؛ الكرمي ، جـ٢ ، ص٣٥٧ ؛ رضوان ، ص٤٤ .
(٣) في الأصل : الاثني عشر .
(٤) سقطت كلمة «أخر» ثم ألحقت فوق السطر .
(٥) في الأصل : ووقه .
(٦) في الأصل : اثني عشر .
(٧) في الأصل : يكون .

وينبغي أن تضع[1] جدولاً مرتبًا على درجة الشمس ، فيه قوس العصر مزيدًا على نصف قوس النهار ، وحصة الشفق كما هي ، وحصة الفجر مزيدة على نصف قوس الليل ، يدخل إليه بدرجة الشمس في الكل لا بدرجة النظير . والله أعلم .

ولك في تثبيت الغربان طريق آخر ، وهو أن تسمر الخشبة العليا مرفوعة عن السفلى المقسومة عرض ثلاثة[2] أصابع مضمومة . ثم تتخذ خشبة أخرى مثل إحدى الخشبتين المذكورتين ، غير أن طولها أقصر قليلاً ، بحيث يمكن وضعها ودخولها بين الخشبتين بسهولة . ويدق في وجهها وتدّين : في كل [ثُلث][3] وتد ، ليسهل رفعها ووضعها وإدخالها وإخراجها بها . ثم توضع[4] الغربان مرتبة على الخشبة المقسومة ، كما تقدم من غير تثبيت . ثم توضع هذه الخشبة فوق صفائح الغربان بين الخشبتين الأوليين[5] . ويدق بين هذه الخشبة وبين العليا إسفينين ، في كل ثُلث منها إسفين على سمت وتد .

(٢١ظ ←) ولتكن الأسافين خشبًا . ويفضل من كل منهما بعد الدق قدر أربع أصابع مضمومة ، ليسهل قلعه ، بدقه من أحد جانبيه ، متى أريد ذلك . ويجوز أن توضع الخشبة الوسطى فوق صفائح الغربان قبل تحرير وضعها . ثم تسفن الخشبة الوسطى ، وهذا أولى . وينبغي أن تتخذ شاقولاً معلقاً في خيط رقيق يرخى من أعلى وجه الخشبة المقسومة ، وتحرك[6] صفيحة الغراب حتى يماس طرفها[7] المعطوف هذا الخيط ، فهو أبلغ في التحرير . والله أعلم .

---

(١) في الأصل : يضع .
(٢) في الأصل : ثلث .
(٣) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .
(٤) في الأصل : يوضع .
(٥) في الأصل : الأوليتين .
(٦) في الأصل : ويحرك .
(٧) في الأصل : طرفه .

فصل في تركيب أرجل الأشخاص على الغربان : تربط كل شخص منها بحبل في رزة ثابتة في رأس الشخص . وتبخش في وسط الأعلى الباب . ثم توضع الغربان على ساعات النهار الأطول ، وتثبّت . ثم تتخذ في سفل رجل كل شخص منها قطعة من ميل ، ينتهي طرفها إلى زاوية الغراب ، بحيث يبقى طرف الميل معلقاً على تلك الزاوية . واعلم أن أميال أرجل الأشخاص تتفاوت : فشخص الباب الأول[1] أقصرها ميلاً . وشخص الباب الثاني عشر أطولها ميلاً .

ثم تقام الصفائح الحابسة للبندق على نهاية ما يمكن من فتحها ، وتربط في أطراف أبخاشها الخالية من البرمادجات[2] في كل واحدة خيط[3] . وتجعل الأشخاص[4] قائمة[5] على الأبواب ، ويشد كل خيط منها في رجل شخص منها فوق قدمه . وإن لم يسهل إيصال الخيط من بخش الصفيحة بالرجل إلا بأن يدخل الخيط في حلقة معلقة بينهما فافعل .

ثم توضع[6] أميال الأرجل على الغربان ، وتطبق[7] الصفائح ، ويوضع البندق في مكانه . والله أعلم .

فصل في عمل التثاقيل والأحواض : تتخذ حوضاً[8] من خشب ، يسع[9] خمسة[10] عشر رطلاً من الماء بالمصري . ويكون طبقتين[11] : الطبقة العليا ثلثا

(١) بعد كلمة الأول كتبت كلمة «ولها» ثم شطبت .
(٢) البرمادجات جمع برمادجة وهي المفصلة ؛ الحسن ، ص٥٧٦ .
(٣) في الأصل : خيطًا .
(٤) حدث لهذه الكلمة طمس طفيف فكتبت مصححة على الهامش الأيسر ووضع فوقها (ن) .
(٥) في الأصل : دائمة دائمة .
(٦) في الأصل : يوضع .
(٧) في الأصل : يطبق .
(٨) في الأصل : حوض .
(٩) في الأصل : تسع .
(١٠) في الأصل : خمس عشر .
(١١) في الأصل : طبقتان .

سمكه ، والسفلى الثلث . وتقسم السفلى خمسة أقسام أو ستة متساوية ، وتجعل في كل قسم لوحاً[1] من خشب ، طوله طول عمق الطبقة العليا ، وعرضه عرض الحوض . ويغرز[2] لكل لوح إفريز ، (٢٢و ←) بحيث يدخل قهراً ، فتبقى الطبقة العليا خمسة أحواض أو ستة .

ثم يقيّر جوف الأحواض وجوف الطبقة السفلى بالزفت المذاب بالزيت ، ويحفر في وسط أسفل كل حوض دائرة قطرها عرض إصبع . وتخرق تلك الدوائر ، ويجعل في كل دائرة منها سداد فيه رزة . ويجعل في أسفل الطبقة السفلى -التي هي حوض واحد- خرق قدر إحدى[3] تلك الدوائر . وتجعل من هذا الخرق قصبة نافذة إلى دولاب الكفات .

ثم تتخذ قطعة من صفيحة ، طولها ثماني أصابع مضمومة ، وعرضها نصف إصبع . ويقسم كل واحدة بخط يقسمها بنصفين موازيًا لضلعيها الأطولين . ويقسم كل خط من تلك الخطوط بثلاثة أقسام : يعلم [كل قسم][4] بنقطتين . ويبخش عند كل نقطة بخشان : أحدهما يدخل في طرف القضيب المعقوف بسلاسة زائدة ، والآخر يربط فيه تثقيل ، إما بخيط أو بشريط أو بكلاّب .

ثم تتخذ تثاقيل كروية أو أسطوانية أو مخروطة ، بحيث يكون التثقيل أثقل من أثقل السدادات بستة[5] دراهم . ثم توصل[6] التثاقيل في الصفائح ، ويوصل بين كل تثقيل منها وبين سداد من سدادات الخيطان بخيط تربط أي

---

(١) في الأصل : لوح .

(٢) في الأصل : يغرر . والإفريز هو إطار مستطيل يحيط بأعلى الجدار الخارجي بارزًا عنه ، ويخفف سقوط المطر عليه . انظر غالب ، عبد الرحيم ، المرجع السابق ، ص ٦٣ .

(٣) في الأصل : احد .

(٤) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .

(٥) كتب بعد هذه الكلمة «أو أسطوانية» ثم شطبت ، وهذا خلل من الناسخ الذي نقل الكلمة أعلاها .

(٦) في الأصل : يوصل .

طرفيه في رزة السداد ، ويدخل طرفه الآخر في حلقه معلقة ناعمة ، ويخرج منها ، وتربط في رأس التثقيل تحت صفيحته ، بحيث إنه إذا علق التثقيل في أحد الغربان كان الخيط مرخيًا . والسداد ساداً[1] لخرق الحوض . ومتى سقط التثقيل من أحد الغربان شد الخيط ورفع السداد عن الخرق بالكلية ، فينزل الماء جميعه من الخرق إلى الحوض الأسفل ، ومنه إلى قصبة تصب على دولاب الكفات . فتعمل النوبة مدة نزول الماء إلى فراغه . وينبغي أن يكون قدره الصغير أقل قليلاً من ملء الحوض .

فائدة في سبك المقلب الذي في قدره الصغير : هذا دائمًا عسر عمله على كثير من السباكين ، (٢٢ ←) لأنهم لا يعرفون كيفية إخراج القالب من المقلب . فينبغي أن تتخذ القالب من ملح مسحوق كالهباء ، محبوك ببياض البيض ، معجون مثل عجين الكماج[2] . ويعمل منه القالب ، ويجفف جيدًا ، ويسبك عليه . ثم يحفر القالب من الجانبين بسفود[3] أو بمثقب . ويفرغ كلما ينحفر منه أولاً بأول يفعل ذلك بجانبي المقلب ، حتى يبقى ما في جنبتيه فقط . فحينئذٍ يوضع المقلب في الماء ، إلى أن ينحل الملح ، ويخرج جميع ما فيه .

تنبيه : ينبغي أن تعمل السدادات مطحونة في الجميز[4] ، وتتخذ لها صفائح من نحاس مربعة ، في وسط كل صفيحة دائرة مخروقة على قدر دائرة الحوض ،

---

(١) في الأصل : ساد .

(٢) الكماج نوع فاخر من الكيك ، عجينته تعجن جيدًا . انظر دوزي ، المرجع السابق ، ج١٠ ص١٣٧ . والسبك هو صهر المعدن وصبه في قالب . والهباء هو الغبار الدقيق المعلق في الجو ، يرى كأنه دخان في ضوء الشمس ، أي أن حبيباته أصغر من أن تُرى . انظر الكرمي ، المرجع السابق ، جـ٢ ص٣٠٩ ، وجـ٤ ص٣٩٢ .

(٣) السفود حديدة طويلة كالعود يُشكّ بها اللحم لكي يشوى على النار ، (أي واحدة مما نسميها اليوم بالعامية «أسياخ الشوي») . انظر الكرمي ، المرجع السابق ، جـ٢ ص٣٥٢ .

(٤) بعد هذه الكلمة كتب الناسخ جملة «ثم تسمر كل صفيحة» ، ثم شطبها وكتب بدلاً عنها جملة «وتتخذ لها صفائح من» ، وذلك على الهامش الأيمن .

[مطحونة في الجميز][1] . ثم تسمر كل صفيحة منها من زواياها[2] الأربع في سفل الحوض ، بحيث تكون دائرة الصفيحة منطبقة على دائرة الحوض .

تتمة : يمكن الاستغناء عن جدول الساعات ، بأن تنظر الساعة الأولى فقط . فيوضع الغراب الأول على مقدارها . ثم توضع إحدى رجلي البركار على مقدار الساعة الأولى من أعلى[3] المسطرة . والرجل الأخرى حيث تنتهي من جهة توالي العدد ، فموضعها هو الساعة الثانية ، فتضع عليها الغراب الثاني ، وهلم جرا .

ويمكن أن يجعل بدل البركار قطعة خشب مربعة طولها طول أطول ساعة ، وزيادة إصبع . وعرض كل وجه منها عرض رأس الخنصر ، وتصحح وجوهها جيدًا . وتصحيح أحد الوجوه كاف ، إلا أن تصحيح الجميع أولى . ثم يوضع طرفها على أول الأقسام ، وتنظر المقدار الذي وازى مقدار ساعة زمانية ليومك أو ليلتك ، فتمسكه كل المكان من هذه الخشبة بطرف الظفر ، أو تعلم عليه بنقطة حبر . وتربط على تلك العلامة خيطًا رقيقًا ، مربوط فيه شاقول[4] لطيف . وتحرك الصفيحة من جهة الغراب الأول ، حتى يصل طرفه المعقوف إلى عند الخيط سواء ، لا متقدمًا عليه ولا متأخرًا عنه . ثم تجعل رأس الخشبة مكان الخيط . وتطبق على المسطرة ، فحيث وصل الخيط جعل طرف الغراب الثاني المنعطف عنده سواء ، كما تقدم . وهلم جرا .

وينبغي أن تكون هذه الخشبة أطول من ساعة النهار الأطول قليلاً . ويعلم منها (٢٣و ←) على طول أطول ساعة ، ثم على طول أقصر ساعة . ثم تقسم

(١) العبارة التي بين المعقوفتين وردت في مكانها هذا بالأصل ، ولكن يبدو أنها مكررة ولا لزوم لها .
(٢) في الأصل : زواياه .
(٣) في الأصل : أعلا .
(٤) الشاقول : هو ميزان البنائين ، وهو ثقل صغير معلق بخيط يستخدم لضبط الاتجاه الرأسي ؛ الحسن ، ص ٥٧٠ .

ما بين العلامتين بأدق ما تقدر عليه من الأقسام . وترتب لذلك جدولا على درجة الشمس ، بحيث تدخل بدرجة الشمس في ذلك الجدول . ويؤخذ ما فيه ، فيعلّم على مثله من تلك الأقسام . وتربط خيط الشاقول في تلك العلامة ، ويقاس به من أول الخشبة إلى مربط الخيط اثنتي عشرة[1] مرة . ويجوز أن تقسم من أول المسطرة إلى نصف قوس نهارك أو ليلك . فإذا عرفت مقدارها فكمّل العمل ، إما بالبركار ، وإما بالخشبة والخيط والشاقول كما تقدم . والله سبحانه وتعالى أعلم بالصواب .

فهذا العمل يؤدي[2] إلى أنه[3] عند مضي كل ساعة زمانية تسقط[4] بندقة أو بندقتان من فم طير أو طيرين ليلاً أو نهارًا . وتعمل نوبة الطبالين[5] والصناجين والمزمرين عند الظهر والعصر والغروب نهارًا ، وعند العشاء ، ونصف الليل ، وأول ثلثه ، وربعه الأخير ، وعند الفجر ، وعند طلوع الشمس . ويمكن أن يعمل نوبة أخرى في الليل في وقت مفروض يختاره المستعمل غير ذلك ، وإن شاء في النهار أيضًا أمكن ذلك . بل يمكن في النهار أن يعمل ثلاث نوب في ثلاثة أوقات مفروضة ، زائدة على النوب الثلاث[6] للظهر والعصر والغروب . والله أعلم .

فصل في معرفة الماضي والباقي من أوقات مفروضة ، مرتب ذلك على حركة العجلة : [[إلا]][7] أنه قد أدى[8] ما رتبناه من العمل إلى إبطال الهلال

(١) في الأصل : اثني عشر .
(٢) في الأصل : يودي ، أي بدون الهمزة .
(٣) في الأصل : إن .
(٤) في الأصل : يسقط .
(٥) بعد كلمة الطبالين كتب الناسخ كلمة «والزمارين» ثم شطبها .
(٦) في الأصل : الثلاثة .
(٧) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين .
(٨) في الأصل : ادانا .

الذي يسير على وجوه الأبواب ، لأن حركة العجلة على ما رتبه العلامة البديع الجزري مختلفة . وحركة العجلة التي رتبناها أبدًا واحدة لا تتغير البتة . وجعلنا بدل هلاله شموس معارف مضيئة ، وأقمار حكم بهية[١] ، مع أنا بفضله اعترفنا ، إذ من بحر علومه اغترفنا ، ولولاه ما عرفنا . تغمده الله[٢] برحمته ، وجعلنا وإياه في محل رضوانه ودار كرامته ، من غير عذاب يسبق ، بجاه سيدنا محمد خير خليقته صلى الله وسلم عليه وعلى آله وصحابته :

تتخذ صورة إنسان (٢٣ظ ←) معتم[٣] ، وهو وجه [٤] ورأس وعنق مجعول في قميص من كاغد ، كأنه إنسان جالس . وله يد يمنى ممدودة قد قبض منها على الخنصر والبنصر . وقد بسط بأصابعه الثلاثة الباقية ، ماسكًا بها خيطًا كما يمسك الكاتب القلم ، مدلى في الخيط شاقول معلق . وصفة ربط الخيط : أن تجعل بين إبهام يده اليمنى والوسطى قطعة شريط ، ويبشر[٥] طرفاها من الجانبين في رأس الأنملتين . وتربط الخيط في هذا الشريط ، وتجعل السبابة فوق الوسطى والإبهام ، وتركب على سفود معطوف متصل بالعجلة .

ثم تتخذ مسطرة ، وتقسم بقدر النهار الأطول . ويكون ابتداء القسمة من تحت أربعة أصابع من عند رأسها ، ونهاية القسمة بحيث يفضل من آخرها أربعة أصابع . ولتكن مسطرة الغربان كذلك في القسمة ، وعلى سمت هذه المسطرة . وليكن طول المقسوم من أحدهما قدر محيط القرص . وماء الخابية مرتبًا[٦] على

(١) هنا يقصد المؤلف أنه يضيف إلى ما كتبه الجزري معلومات جديدة ، فيصف ما جاء به من مخترعات بأنها أقمار وشموس تضاف إلى هلال الجزري .
(٢) كتب لفظ الجلالة فوق السطر التابع له .
(٣) أي يلبس عمامة .
(٤) في الأصل الكلمتان (وهو وجه) زالت عنهما النقط وعقفة الواو ، حيث مسحت الكتابة مع الزمن .
(٥) في الأصل : يبشن .
(٦) في الأصل : مرتب ، ولكنها منصوبة لكونها خبرًا للفعل «وليكن» .

ذلك ، بحيث يكون عمق الماء الذي يخرج في مدة النهار الأطول من الخابية طول محيط القرص ، وهو أيضًا طول[1] مسطرة الغربان ، وهو أيضًا طول هذه المسطرة على صفة[2] المساطر المعتادة . ويجعل توالي أعدادها على جهة سير العجلة .

ثم تتخذ مسطرة أخرى ، وتسمر المقسومة تحت رف ميدان العجلة الذي فيه ماسك الشاقول ، وهذه مسطرة الماضي من النهار أو الليل . وتسمر المسطرة الأخرى على موازاتها ، بحيث يصير بينهما عرض مسطرة أخرى .

ثم تتخذ مسطرة طولها طول نصف مقدار النهار الأطول من مسطرة الماضي ، وسمكها وعرضها بحيث إنها تدخل بين المسطرتين بين السلاسة والقهر . فتصير المساطر الثلاث[3] كأنها سطح واحد مستوٍ[4] . وتجعل[5] بين خطوط أقسامها أبخاشًا[6] ، يدخل فيها ميل متوسط الغلظ ، وكذا في قطعها لتحرك به يمينًا وشمالاً . وإن جعلت الأبخاش في حاشيتها الساذجة من القسمة فذلك أولى .

ويجوز أن تجعل[7] حركة المساطر سلسة جداً ، أو بحيث ترفع وتوضع . وتجعل على الأفاريز عصافير تضبط بها كما تقدم في الدوائر . وتقسم (٢٤و ←)

(١) في الأصل : طوله .

(٢) كتبت هذه الكلمة على الهامش الأيسر وكتب أمامها (صح) ، إذ إن الناسخ كتب مكانها اسم الإشارة (هذه) ثم شطبها .

(٣) في الأصل : الثلاثة . وهنا عند هذه الكلمة إحالة مكونة من سبعة أسطر كتب فوقها حرف الحاء مشوقة ، بمعنى حاشية وهي على النحو التالي : «المساطر المذكورة كلها ينبغي أن تكون من لوح واحد مستطيل وينشر منه مسطرة الباقي ثانية ثم المسطرتين المتحركتين بفضل الدائر ثم إفريز ثابت يكون نصف عرض المسطرة وهكذا العمل في كل إفريز ثابت ومسطرة متحركة» .

(٤) في الأصل : مستوى .

(٥) في الأصل : ويجعل .

(٦) في الأصل : أبخاش .

(٧) في الأصل : يجعل .

بقدر نصف النهار الأطول ، ويجعل توالي أعدادها بالعكس من مسطرة الماضي . وليكن فيها زيادة على ما ذكرنا من طولها قدر عرض إصبع ، تجعل على ابتداء العدد شظية رفيعة مثل الموري ، واصلة منها إلى الطرف الأعلى من المسطرة العليا ، منطبق هذا الموري على أول خطوط العدد . ويكتب على الموري خط الاستواء . ثم يقاس من عند نهاية العدد أربعة أصابع من هذه المسطرة . وينشر منها بمنشار لطيف ، أو يقطع بسكين حادة . ثم يقاس من موضع القطع قدر أربع أصابع أخرى . وتفعل بها كذلك مرة بعد أخرى حتى يصير بين القطع وبين نصف النهار الأقصر أربعة أصابع أو أقل . وينبغي أن لا يقطع قطع بين خطين من خطوط العدد ، بل يقطع على الخط نفسه ثم يعاد إليها ما قطع منها ، ويوضع بين المسطرتين . وليكن وضعها بحيث يكون شاخص الزوال تحت نصف النهار الأطول . ومنه يبتدئ أعدادها ونهاية عددها ، وهو نصف النهار الأطول تحت ابتداء مسطرة الماضي .

فهذه المسطرة تعلم منها الباقي للزوال ولنصف الليل . ويكون وضعها كما تقدم في النهار الأطول والليل . وكلما قصر نصف قوس النهار تحرك[1] هذه المسطرة ، حتى يقع موري الزوال على قدر نصف قوس النهار أو الليل المفروضين . ولا تزال[2] هذه المسطرة تتحرك إلى جهة أول أعداد مسطرة الماضي . وذلك عكس مسير العجلة ، إلى أن يبلغ نصف القوس نهاية قصيرة . وكلما وصلت طرف هذه المسطرة إلى آخر الخزانة فإنه يصير تحت أول أعداد مسطرة الماضي موضع قطع من هذه المسطرة ، فتخرج[3] تلك القطعة التي وقع

(١) في الأصل : يحرك .
(٢) سقط حرف اللام من كلمة «تزال» .
(٣) في الأصل : فيخرج .

محل قطعها تحت أول أعداد مسطرة الماضي ، بأن يحدد كلها بين المسطرتين ، وترفع لوقت الحاجة إليها .

ومتى تقدمت المسطرة حتى وصل طرفها الباقي إلى آخر الخزانة ، وصار أيضًا محل قطع تحت أول أعداد مسطرة الماضي ، أخرجت تلك القطعة الأخرى ، ورفعت لوقت الحاجة إليها . وهكذا في جميع القطع .

فإذا بلغ موري الاستواء قدر نصف النهار الأقصر فإنه بعد ذلك كلما طال نصف القوس تحركت المسطرة (٢٤ظ←) إلى جهة نهاية عدد مسطرة الماضي على جهة سير العجلة . وذلك عكس ما كانت هذه المسطرة متحركة عليه ، فلا تزال[1] كذلك حتى يبلغ موري الاستواء مقدار نصف النهار الأطول .

وكلما بلغ طرف هذه المسطرة أول أعداد مسطرة الماضي أعيدت القطعة التي تلي ذلك الطرف إليه ، بأن توضع[2] بين المسطرتين حتى يماس طرف القطعة طرف المسطرة ، ويصير طرف هذه القطعة الآخر عند أول الخزانة . فإذا انتهى طرف هذه القطعة الذي كان عند أول الخزانة إلى أول أعداد مسطرة الماضي عند قطعة أخرى كما تقدم ، وهلم جرا حتى يصل موري الاستواء إلى قدر نصف النهار الأطول .

ثم تتخذ مسطرة أخرى نظير هذه المسطرة ، وتقسم كقسمتها ، ويكتب عليها الأعداد بعكس الأولى ، فيكون أعدادها آخذة إلى جهة مسير العجلة . وهذه المسطرة لا يحتاج طرفها إلى قطع أبدًا . ويوضع طرفها الذي هو مبدأ الأعداد لها عند مبدأ أعداد أخرى . وكلما تقدمت إحداهما في العمل أو تأخرت تبعتها الأخرى لاصقة لها .

(١) في الأصل : يزال .
(٢) في الأصل : يوضع .

ويمكن أن تتخذ مسطرة واحدة ، وتقسم بأقسام المسطرتين . ويقطع من طرفها الذي يلي أول أعداد المسطرة الأولى التي هي مسطرة الماضي قطعًا كما قدمنا . بل هذا هو العمل الذي يعمل ، وإنما جعلنا القول كما تقدم للتمرين والتعليم .

ويوضع موري الاستواء بين ملتقى ابتداء عدد القسمين . فهذه المسطرة أو المسطرتين المتلاصقتين تسمى مسطرة فضل الدائر ، واحدة كانت أو اثنتين . يعلم منها أبدًا الباقي للزوال إن كنت قبله ، والماضي منه إن كنت بعده . ونصف الليل مثل الزوال : يعلم منه الباقي قبله ، والماضي منه[1] بعده .

وينبغي أن ترسم في المسطرة أيضًا من الواحد إلى قدر النهار الأطول ، موضوعة أعدادها عكس أعداد مسطرة الماضي . ويقطع من طرفها الذي هو من جهة نهاية أعدادها كما تقدم ، إلى أن يبقى منها زائدًا على النهار الأقصر قدر أربع أصابع أو أقل . فيعلم منها الباقي للغروب أي وقت شئت من النهار ، والباقي للشروق أي وقت شئت من الليل .

واعلم أن طرف هذه المسطرة من الجانب المكتوب عليه أول أعدادها ينتهي أبدًا إليه خيط الشاقول نهارًا وقت الغروب ، وليلاً وقت الشروق . ويكون ابتداء بُعد (٢٥و-ـه) هذا الطرف منها عن طرف مسطرة الماضي المكتوب عليه نهاية أعدادها بقدر نقص نهارك عن النهار الأطول . ويكون ما بعد طرف هذه المسطرة خاليًا بقدر هذا النقص . كما أن مسطرة فضل الدائر كذلك ، لكن بقدر النصف من هذا النقص . وإن شئت قلت بقدر نقص نصف نهارك عن النهار الأطول . وكلما تقدمت هذه المسطرة أو تأخرت تقدمت مسطرة فضل الدائر ، أو تأخرت بقدر نصف تقدمها أو تأخرها . وهذه المساطر المتقدمة تسمر للعمل بها ليلاً ونهارًا .

---

(١) سقط الجار والمجرور «منه» عن موضعه في السطر وأضيف فيما بعد فوقه بخط صغير .

ثم اتخذ مسطرة أخرى ، يكون طولها ضعف قوس العصر الأطول من أقسام إحدى[1] المساطر المتقدمة . واقسمها بنصفين . واعمل على منتصفها موريًا ، وسمه موري العصر . ثم اقسمها من موري العصر إلى طرفها الأيمن بقدر فضل دائر العصر الأطول . واقسمها من موري العصر إلى طرفها الأيسر كذلك[2] . واجعل ابتداء عدد القسم الأيسر من موري العصر ، حتى يكون نهاية أعداده في آخر الطرف الأيسر . ثم اعرف فضل دائر عصر[3] يومك ، أعني ما بين العصر والزوال ، ويسمى قوس العصر أيضًا . ثم حرك المسطرة حتى يقع موري العصر على مثل فضل دائره في ذلك اليوم من مسطرة فضل الدائر ، من أقسامها إلى بعد الزوال .

فهذه المساطر المتقدمة منها ثلاث[4] مشتركة بين الليل والنهار . والأخيرة خاصة بالنهار . ويعمل مسطرتين أخريين للشفق والفجر . ويمكن أن يكون مسطرة العصر ترسم في أحد وجهيها ما يختص بالعصر ، ويرسم في الوجه الآخر ما يختص بالفجر والعشاء . وتعمل[5] واحدة زائدة على ما تقدم إما للشفق وإما للفجر .

لكن يلزم أن مسطرة العصر -إذا جعلت مشتركة- أن تكون أطول مما تقدم ، كما سيأتي بعينه . فنقول : تتخذ مسطرة طولها على ما أصف ، وذلك أن تلقي حصة الشفق التي هي أقصر الحصص لبلدك من قوس الليل الأطول . ويزاد على

(١) في الأصل : احد .
(٢) حدث لكلمتي «الأيسر كذلك» بعض الطمس ، فكتبهما الناسخ صحيحتين على الهامش الأيسر ووضع فوقهما حرف (ن) .
(٣) سقطت كلمة «عصر» من موقعها في السطر ، وأضافها الناسخ فوق موقعها فيما بعد .
(٤) في الأصل : ثلاثة .
(٥) في الأصل : ويعمل .

ما بقي أطول حصص الشفق لبلدك . فما حصل فبقدره تكون المسطرة من أقسام المساطر (٢٥ظ ←) المتقدمة .

ثم تأخذ من إحدى المساطر المتقدمة قدر أعظم حصص الشفق لبلدك بالبركار . وتضع إحدى رجليه على طرف هذه المسطرة ، وعلم بالأخرى علامة ، واقسم من تلك العلامة إلى الطرف الأقصر بقدر أعظم حصص الشفق لبلدك . واكتب الأعداد على هذه الأقسام ، مبتدئًا من العلامة ، منتهيًا إلى آخر ذلك الطرف . ثم اقسم ما بقي من المسطرة بقدر ما يبقى من طرح أقصر حصص الشفق لبلدك من قوس الليل الأطول لها . واكتب على هذا القسم أعداده ، مبتدئًا مما يلي أول أعداد القسم الأصغر ، منتهيًا عند الطرف الآخر . ولم يخفَ عليك عمل مسطرة الفجر مما تقدم ، فلا نطيل بها .

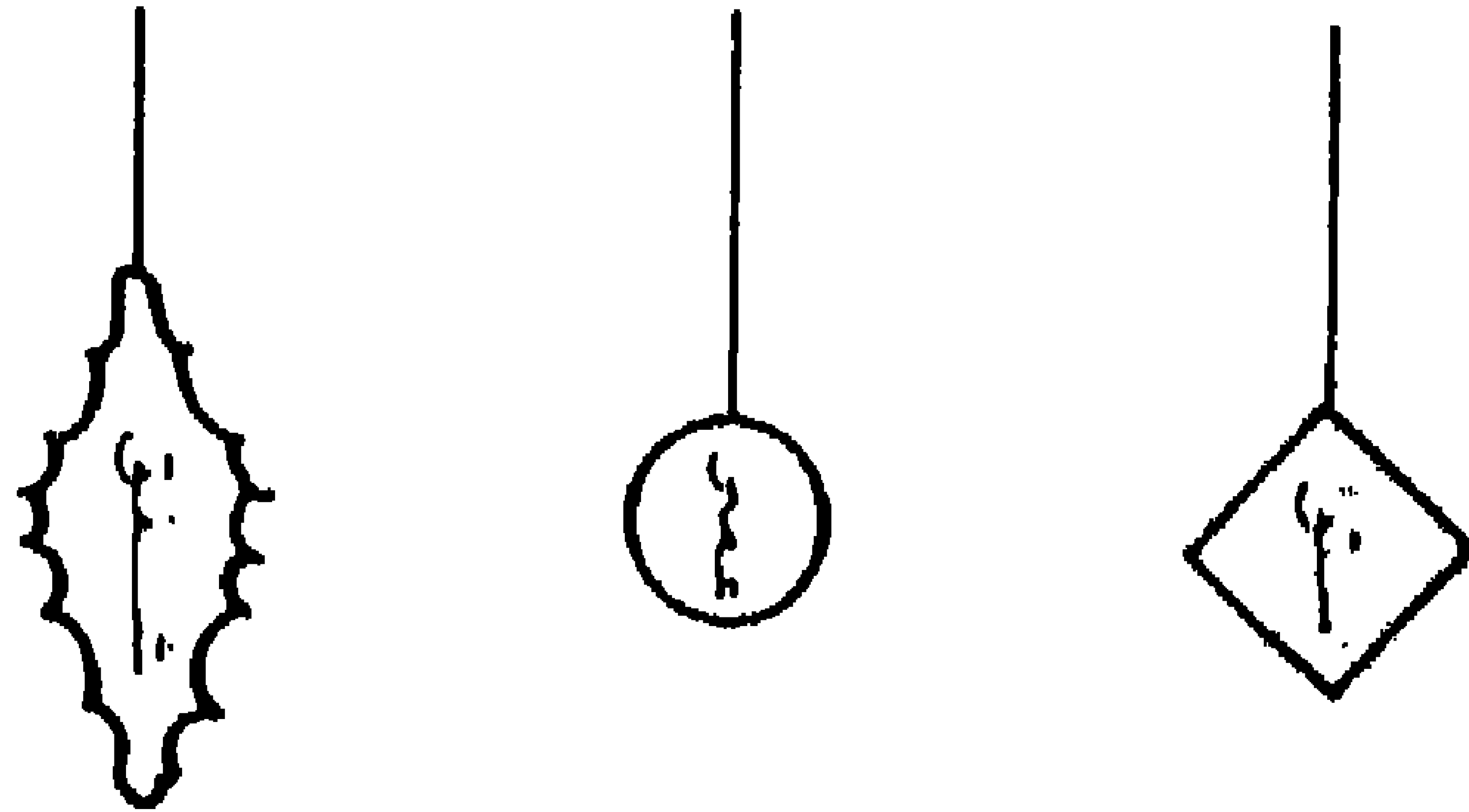
ثم ضع موريًا عند ملتقى البدايتين ، وسمه موري الشفق . وضع هذا الموري من موازاة مسطرة الماضي على قدر حصة الشفق في ليلتك . فهذه المسطرة يعلم منها الباقي للعشاء قبلها ، والماضي بعدها ، أي وقت شئت من الليل .

تنبيه : إن عملت مسطرة الشفق أو الفجر في ظهر مسطرة العصر ، فاجعل موريًا ذا[1] وجهين ، ينفك ويتركب على ما أصف عمله في المواري .

صفة عمل المواري وتركيبها على المساطر : تتخذ في كل مسطرة هامشًا ساذجًا عن القسمة والتخطيط ، يرسم في بعضه اسم تلك المسطرة لتتميز . ويوضع الموري في ذلك الهامش ، لئلا[2] يغطى على بعض خطوط القسمة على

(١) في الأصل : ذي .
(٢) في الأصل : ليلاً .

أحد هذه الأشكال (شكل : ٦) . أو أي شكل شئت ، كالمسدس والمثمن والمثلث والمربع ، وشكل الكمثراة والصنوبري ، وغير ذلك . فإذا شئت أن الموري ينفك ويتركب ، فلا تلصقه على المسطرة . بل اجعل على المسطرة أربعة عصافير ، تضبطه[١] من جهاته الأربع . واجعل له عروة وقوسًا[٢] مثل الأسطرلاب . ومتى وقع محل الموري على ملتقى مسطرتين فاقطع صفيحته نصفين طولاً ، في طرف كل مسطرة نصف صفيحة . واجعل شعاعه في أحد النصفين[٣] . والله أعلم .



شكل ٦

في عمل الطالع[١] وتسوية البيوت الاثنى عشر : اعلم أن عمل (٢٦و ـ) الطالع على الحركة المستقيمة مما صعب فيه العمل ، وأعيت في وضعه الحيل . لكن يسر الله به بفضله ، لكن بعد غيظ الزمان ويأس . وهو أن تتخذ لوحًا من خشب في غاية الاستواء والصحة ، من خشب صلب لا يتلوح ولا يلتوي عرضه نحو نصف ذراع . وطوله قدر ٣٦٠ قسمًا من أقسام أحد المساطر المتقدمة . وذلك

(١) في الأصل: بضبطه
(٢) في الأصل: وقوس
(٣) في الأصل: إحدى النصفين
(٤) في الأصل: المطالع

بأن تفتح البركار على {ص} قسمًا من مسطرة منها، وتقيس[1] به أربع مرات. أو على {مه} وتقيس[2] به ثماني[3] مرات. أو على {ل} وتقيس[4] به اثنتي عشرة[5] مرة، وما أشبه ذلك من أجزاء الدورة. ثم تدع له هامشين من طرفيه، موازيين لضلعيه الأطولين. كل واحد عرض الإصبع، واقسم ما بين الهامشين بثلاثة عشر قسمًا متساوية.

ثم اقسم الخطين الأعليين اثني[6] عشر قسمًا غير متساوية، بل بحسب مطالع البروج ببلدك محولة إلى درج السواء. مثاله: إذا كانت مطالع الحمل البلدية في بعض البلاد {كا، م}[7]، فتفتح البركار على أحد وعشرين جزءًا وثلثي[8] جزء من أحد أجزاء تلك المساطر السابقة. واجعل إحدى رجلي البركار على طرف الخط، وعلم بالأخرى علامة. فأول الخط أول الحمل، وآخر الخط آخر الحمل. والحوت نظير الحمل، فافعل بالطرف الآخر ما فعلت بهذا الطرف، فتقع العلامة على أول الحوت. ثم افتح البركار على مقدار مطالع الثور البلدية من أقسام تلك المساطر، وضع أحد رجليه على العلامة التي هي مشتركة بين آخر الحمل وأول الثور، وعلم بالأخرى علامة. فهي مشتركة بين آخر الثور وأول الجوزاء. ثم ضع إحدى رجلي البركار على العلامة المشتركة بين أول الدلو وآخر

(١) في الأصل: ويقيس.
(٢) في الأصل: ويقيس.
(٣) في الأصل: ثمان.
(٤) في الأصل: ويقيس.
(٥) في الأصل: اثنى عشر
(٦) في الأصل: اثنا.
(٧) المقصود بهذه العبارة أن برج الحمل في بلدة ما يقع على درجة ٢١ (كا) و٤٠ ثانية (م)، أي ٢١ وثلثي درجة بالحساب الستيني.
(٨) في الأصل: ثلثا.

الجدي ، وافعل بالجوزاء والجدي ما فعلت بالثور والدلو . ثم السرطان والقوس ، ثم الأسد والعقرب ، ثم السنبلة والميزان ، وهما الوسط . ثم اقسم ما بين هذين الخطين بخطين تقسمها بقسمين ، أسفلهما قدر ثلث أعلاهما . ثم اكتب في القسم الأعلى الأوسع ثم أسماء البروج على هذه الأقسام ، واجعل تواليها على توالي سير العجلة وأعداد مسطرة الماضي .

تنبيه : (٢٦ظ ←) ربما جعل ما بين هذين الخطين الأعليين أوسع جداً من بقية ما بين الخطوط[١] الباقية . واجعل فيه بدل البروج صور البروج ، مثل أن تجعل صورة الحمل كبشاً[٢] ، والثور ثوراً[٣] ، وكذا باقيها . ثم اقسم بقية الخطوط على ما أصف : وذلك أن تدخل بخمس[٤] درج من الحمل في جدول المطالع البلدية ، وتأخذ ما بإزائها من الدرج والدقائق ، وتفتح البركار على مقدار ذلك من أقسام إحدى المساطر . وتجعل إحدى رجلي البركار على أول الحمل ، وتعلّم بالأخرى علامة . ثم تجعل إحدى رجلي البركار على آخر الحوت ، وتعلّم بالأخرى علامة . [ثم] تفتح [البركار][٥] فتدخل[٦] بعشر[٧] درج من الحمل في المطالع البلدية . وتسقط منها المطالع الأولى التي هي مطالع خمس[٨] درج منها للحمل . وتفتح البركار على مثل ما بقي من تلك المطالع من الدرج والدقائق من إحدى المساطر . وتضع إحدى رجلي البركار على العلامة التي علمتها في

(١) في الأصل : الخطول .
(٢) في الأصل : كبش .
(٣) في الأصل : ثور ، بدون الألف التي ترمز لفتحتي النصب .
(٤) في الأصل : خمسه .
(٥) ما بين المعقوفتين ، أي كلمتي (ثم) و(البركار) هما من عند المحققين .
(٦) في الأصل : (تفتح تدخل) ، فأضفنا الفاء على (تدخل) ، وأقحمنا الكلمتين السابق ذكرهما ، ليستقيم المعنى .
(٧) في الأصل : بعشرة .
(٨) في الأصل : خمسة .

الحمل . وعلّم بالأخرى علامة[1] ثانية . ثم ضع تلك الفتحة على العلامة التي علمتها في الحوت . وعلّم بالأخرى علامة .

ولا تزال تفعل ذلك بخمسات البروج ، إلى اخر خمسة من السنبلة وأول خمسة من الميزان . ثم اقسم بين كل قسمين من تلك الأقسام بخمسة أقسام متوالية ، فيصير الجميع ثلاثمائة وستين قسمًا غير متساوية . ثم تكتب في السطر الذي تحت أسماء البروج أعدادها بالأحمر ، كل برج[2] من (أ) إلى (ل) . ويكون[3] توالي كتابة الأعداد على جهة توالي أسماء البروج التي هي على جهة سير العجلة وتوالي أعداد مسطرة الماضي .

ثم تثبت تحت كل درجة من درجات الطالع فيما تحتها من الأقسام الأحد عشر الباقية ، وما يخص تلك الدرجة من المراكز الأحد عشر الباقية . ويمكن الاكتفاء من الباقية بخمسة ، لتكون هي والطالع ستة مراكز ، والستة الباقية نظيرتها . فالطالع نظير السابع ، والثاني نظير الثامن ، وهلم جرا ، نظير كل برج سابعه . وصفة كتابة هذه المراكز أن تكتب برج مركز الثاني بالهندي[4] بالأحمر بين درج مركزه ودقائقه ، ثم الثالث كذلك ، وما بعده إلى الثاني عشر .

فإذا انتهى عمل هذا[5] اللوح وقسمته فاقطعه قطعًا عريضة ، كل قطعة أربعة أصابع ، بحيث أنْ لا يقع قطع الأعلى خط ، ولو قصر قليلاً عن

(١) كتب الناسخ بعد كلمة علامة «ولا تزاله» ، ثم شطبها ، ويلاحظ كالعادة انه نسخها سهواً من السطر الواقع أسفل السطر الواردة فيه .
(٢) في الأصل : بروج .
(٣) في الأصل : وتكون .
(٤) يقصد الحساب الهندي ، أي الأرقام الهندية . انظر حول هذا الموضوع : سعيدان ، أحمد سليم ، مقدمة تحقيقه لكتاب «الفصول في الحساب الهندي» ، لأحمد بن إبراهيم الإقليدسي ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨٥م .
(٥) سقط اسم الإشارة «هذا» من موقعه ، فوضعه الناسخ على الهامش الأيمن وكتب أمامه (صح) ، وبين موضعه في السطر بعلامة صغيرة .

الأربعة أصابع[1] أو طال عنها (٢٧و ←) قليلا ، كما في تقطيع المساطر . يقطع اللوح جميعه على هذه الصورة .

ثم تتخذ لوحين ، كل منهما أربعة أصابع . وطوله قدر ارتفاع الخزانة ، من رأس دكة الطبالين إلى أعلى الخزانة . وتجعل في كل لوح منها بالقرب من طرفيه عضادتين[2] ، سُمك كل منها سمك ألواح الطالع . فلتكن ألواح الطالع والمساطر وهذه الأربع عضائد متساوية السمك . ويسمر هذان اللوحان فوق تلك العضائد على طرفي واجهة الخزانة . ويسمر لوحا[3] الطرفين والمساطر وألواح الطالع ، إذا أدخل شيء منها بين هذين اللوحين وبين وجه الخزان ، من جهة طرفي الخزانة مكشوفًا . وإن شئت جعلت لهما عضادتين[4] ، تنزل كل واحدة منهما في إفريزين ، مجعولين في طرفي اللوحين وطرفي الخزانة ، بسلاسة ، كما في أغطية الأدراج الخشب .

وعندي أن هذا متعين ، ليستر ذلك عن الجهال المدعين بغير حق هذه الحيلة اللطيفة التي منّ الله سبحانه وتعالى من فضله علينا بها ، فترفع إحدى[5] هاتين العضادتين عند الاحتياج إلى إدخال شيء من قطع المساطر أو الألواح . اعلم أولاً أنه يحتاج في وضع جميع المساطر غير الأولى في ألواح الطالع إلى أفاريز ثابتة صحيحة مسمرة في وجه الخزانة ، بين كل إفريزين منها قدر ما تتحرك[6] فيه المسطرة أو اللوح بحركة هي إلى السلاسة أقرب ، وأن يعمل على[7] كل

---

(١) كتبت كلمة «الأصابع» على هذا النحو ، ثم شطب الناسخ اللام ألف .

(٢) في الأصل : عضادتان .

(٣) في الأصل : لوحي .

(٤) في الأصل : عضادتات .

(٥) في الأصل : أحد .

(٦) في الأصل : يتحرك .

(٧) سقط حرف الجر «على» من موضعه في السطر فكتبه الناسخ على الهامش الأيسر .

إفريز عدة من العصافير لضبط المساطر والألواح . ويجعل على إفريزي المساطر[1] الأعلى والأسفل في كل منهما على كل عرض أربع[2] أصابع عصفورتان ، لينضبط كل لوح من ألواح الطالع بأربعة[3] عصافير : اثنين[4] من أعلى[5] واثنين[6] من أسفل . ويمكن أن يعمل على وجه آخر : وهو أن تنهر أجناب الأفاريز بنهر في وسط سمكها . وتفرز أجناب المساطر والألواح من الجانبين ، بحيث يبقى منها في وسط السمك بين الإفريزين ما يدخل في ذلك التنهير ، ويمشي فيه بحركة إلى السلاسة أقرب .

وهذا عندي أحكم من الوجه الأول الذي يعمل بالعصافير ، إذا تقرر ذلك . فقوم الشمس لزوال يومك نهارًا ، (٢٧ظ ←) ولنصف ليلتك ليلاً . فضع مثل ذلك[7] المقوم نهاراً من ألواح الطالع تحت[8] أول أقسام[9] المسطرة الأولى التي هي مسطرة الماضي ، وعلى مثل ذلك المقوم من سابع برج الشمس ليلاً تحت أول أقسام مسطرة الماضي ، وكمّل ببقية الألواح على توالي بروجها وأعدادها ، إلى آخر بقية وجه الخزانة . وما فضل عندك من الألواح فارفعه لوقت الحاجة إليه . والله أعلم .

واعلم أنني تارة أسمى هذه الآلة خزانة ، وتارة صندوقًا ، ومرادي بهما واحد . فهذا الذي ذكرناه هو القدر الذي يحتاج إلى معرفته ، زيادة عما ذكر العلامة ابن الجزري رحمه الله ، أو ما يبدل فيه بعض أعماله بغيره .

---

(١) بعد كلمة «المساطر» كتب الناسخ « . . الأعلى والألواح» ثم شطبها .

(٢) في الأصل : أربعة .

(٣) في الأصل : بأربع .

(٤) في الأصل : اثنان .

(٥) في الأصل : أعلا .

(٦) في الأصل : اثنان .

(٧) كرر الناسخ جملة «فضع مثل ذلك» ولم يتنبه لشطبها .

(٨) هذه الكلمة خالية من النقط في المخطوطة ، حيث محيت النقط بفعل الزمن .

(٩) في الأصل : اخر .

ومتى وضعت الخزانة كاملة على ما ذكرنا فاعمل الأفلاك فوق الأبواب وجاماتها . وربما تعذر مع هذه الأعمال كلها وضع الشادروان في وجه الخزانة . وربما جعل في[1] طرفيها شادروانان ، أو في جنبيها اللذين يليان وجهها . وربما جعل الشادروان في وسطها في الوجه[2] . وربما لم يجعل شادروان أصلاً ، بل الفسقية فقط . وربما جعلت آلة الشادروان والفسقية وحدها ، وهذه الخزانة وحدها ، ووضعت هذه الخزانة مقابلة الشادروان ، ليجمع الناظر إليها بين معرفة الأوقات وأحوال الفلك ، وبين النزهة . وإن احتيج إلى أن يكون أن تستمد هذه الخزانة من آلة الفسقية[3] والشادروان إذا جُعلت مقابلة الشادروان جعل لها قصبة من واجهة الشاذروان واصلة إليها ، يمكن أن تنفك وتتركب ، وقصبة أخرى منها واصلة إلى الطبقة السفلى من الفسقية تنفك وتتركب .

خاتمة متى جعلت هذه الخزانة قابلة للنقل من مكان إلى غيره ، بأن كنت في خدمة ملك أو من في معناه ، وأراد أخذها سفرًا ليعمل بها في مواطن إقامته ، فإنه حينئذٍ تختلف العروض . فرتب أعمالك على أطول نهار بلدة في مملكة ذلك الملك . وإن كنت لا تعلم أين يبلغ في نهاية توجهه . فإذا توجّه فرتب أعمالها على أطول نهار المعمور . وكذلك فضل دائر عصره ، وحصتي شفقه وفجره .

وأما الطالع فلا تجعل له ألواحًا ، بل مساطر مرتبة على الطالع فقط ، من غير تسوية البيوت الباقية ، من عرض {يه} إلى عرض {مه}[4] ، وإلى ما تختار ،

(١) سقط حرف الجر «في» من موقعه فأضافه الناسخ فوق مكانه بين السطرين .
(٢) في الأصل : وجه ، أي بدون ال التعريف .
(٣) في الأصل : القسمة .
(٤) يقصد خطي العرض ١٥ و٤٥ .

بتفاضل {جـ ، جـ} درج[1] . وتقطع كل مسطرة أربع أصابع أربع أصابع (٢٨و←) كما في الألواح . وتجعل قطاع كل مسطرة في كيس أو حق[2] منفرد . وترسم في كل مسطرة الطالع بعرضين : في كل وجه عرض ، والسلامة[3] .

لطيفة : يمكن أن يتخذ على أعلى[4] الأبواب كل باب جامة زجاج مستديرة ، مستوية السطح ، صافية الجوهر ، محدبة يسيرًا ، كأنها قطعة من كرة مجوفة ، وتجعل محدبها إلى ظاهر الخزانة . ثم تتخذ من القماش البعلبكي[5] البياض الرقيق العال ، وتدار فيه اثنتا عشرة[6] دائرة ، قطر كل منها أزيد من قطر محيط فوهة إحدى[7] تلك الجامات قليلاً ، بحيث لا يقاطع شيء من تلك الدوائر دائرة منها . ثم نقصّ تلك الدوائر محيطها ، ثم تدار[8] فيه اثنتا عشرة[9] دائرة ، قطر كل منها أزيد من تلك الأولى بعرض إصبعين بالشرط المتقدم ، ونقصّ كما تقدم . ويحاط محيط كل واحدة من الكبار على مثل ما يحاط مصرات أغطية الكيزان[10] .

(١) يقصد أن خطوط العرض تتدرج بزيادة مقدار ٣ ، أي ١٥ ثم ١٨ ثم ٢١ . . إلخ .
(٢) الحق هو العلبة ، انظر الكرمي ، المرجع السابق ، ج١ ص٥٠٤ .
(٣) هكذا وردت هذه الكلمة في المخطوطة . ولعلها كلمة أريد بها ختم العبارة ، مثل قوله : «والله أعلم» .
(٤) في الأصل : أعلا .
(٥) ذكر ابن بطوطة في رحلته أن مدينة بعلبك تشتهر «بالثياب المنسوبة إليها من الإحرام وغيره» . ويقصد بالإحرام غطاء الرأس الرجالي الشبيه بما يسميه أهل المشرق الغترة . انظر «رحلة ابن بطوطة» ، تحقيق عبد الهادي التازي ، نشر أكاديمية المملكة المغربية ، ١٩٩٧م ، ج١ ص٢٩٥ . وجاء في الموسوعة الإسلامية ، مادة «قطن» أن القطن كان يزرع بكثرة في المناطق القريبة من تلك المدينة .
(٦) في الأصل : اثنا عشر .
(٧) في الأصل : أحد .
(٨) في الأصل : يدار .
(٩) في الأصل : اثنا عشر .
(١٠) الكوز (وجمعه كيزان) وعاء من فخار له عروة وبلبل ، وهو أصغر من الإبريق . انظر : الجميل ، محمد بن فارس : «الآنية والأوعية المستخدمة في العهد النبوي» ، مجلة جامعة الإمام ، العدد١٢ ، ١٤١٥هـ ، ١٩٩٤م ، ص١١٩ . وهو ينقل تعريف الكوز من : الرصافي ، معروف ؛ «الآلة والأداة» ، نشر دار الرشيد للنشر ، وزارة الثقافة والإعلام العراقية ، بغداد ، ١٩٨٠م ، ص ٣٠٨ . ومصرات أغطية الكيزان يقصد بها ما يتخذ لهذه الأغطية من قماش مخيط يحفظها بداخله ، تشبيهًا لها بالصرة التي تحفظ الدراهم بداخلها . وقد يشاهد القارئ في بعض الأماكن القروية آنية حفظ الماء الفخارية وأغطيتها الخشبية التي حفظت بقماش يغطيها من فوقها ويزمّ عليها من أسفل .

ويجعل فيها خيط[1] . وتجمع مثل ما تجمع[2] المصرة ، حتى ينطبق فوها على محيط الصغرى . وتخاط[3] فوهات المجموعة على محيط الصغرى جداً . ويترك منها بلا خياطة عرض إصبع ، يحشى منه قطنًا حشوًا بالغًا . ثم يخاط ما بقي بعد تمام حشوها ، وتسمى ركبة . يفعل ذلك بكل واحدة منها . ثم تُتخذ اثنتا عشرة[4] رزة لطيفة ، ويخاط في محيط كل ركبة عروتان متقابلتان[5] ، يخاط طرف الواحدة ، ويدخل الطرف الآخر في الرزة داخلة العروة . هذا في إحدى العروتين . والعروة المقابلة لعروة الرزة يخاط طرفاها ابتداء . ثم تكتب على مجذب[6] واحدة الساعة الأولى ، وعلى مجذب[7] أخرى الساعة الثانية ، وهلم جرا بقلم غليظ .

ثم تسمر فوق كل جامة بزيادة عرض إصبع ونحوه رزة ، بحيث يكون محدب كل ركبة منها منطبقاً[8] على مقعر تلك الجامة . ثم تربط في العرى المقابلة للرزات في كل واحدة خيطًا ، ويربط طرفه الآخر في حلقة رجل شخص ذلك الباب الذي عليه الجامة ، فوق قدمه ، بحيث إنه إذا كان ميل رجله معلقًا على الغراب كانت[9] الركبة مرفوعة ، لا يظهر شيء منها في الجامة . فإذا سقط الميل عن الغراب ، واستوى الشخص قائمًا على الباب ، انطبقت الركبة على الجامة . فيخيل للناظر أن الكتابة في نفس الجامة (٢٨ظ ←) وهو شيء بديع ابتكرته .

(١) في الأصل : خيطًا .
(٢) في الأصل : يجمع .
(٣) في الأصل : ويخاط .
(٤) في الأصل : اثني عشر .
(٥) في الأصل : متقابلتين .
(٦) في الأصل : محدب . والمجذب هو المقبض .
(٧) في الأصل : محدب .
(٨) في الأصل : منطبق .
(٩) في الأصل : كان .

ومتى احتيج إلى تعليق[1] تثقيل لطيف في العروة التي فيها الخيط ، ليسرع ويتكامل انطباق الركبة على الجامة ، فافعل . وليكن آخر الكلام على ما يحتاج إليه هذه الخزانة على هذه الصفة المتقدمة مما يتعلق بالأوقات . والله اعلم .

فصل : إذا كان غرض الواضع عمل الدوائر والشادروان في واجهة الخزانة مقتصراً على ذلك ، من غير أبواب ولا مساطر ، فاجعل الدوائر في أي مكان حسن من واجهة الخزانة . وإن شئت أن تعمل ذلك بالعجلة ، وتعمل مسطرة الغربان من غير ساعات ، وترتب غربان النوب[2] فقط ، فافعل . وإن أردت العمل بغير طريق العجلة فاتخذ لوحين[3] من خشب ، وافصل منهما دائرتين[4] ، قطر كل منهما قدر قطر نهر العرض[5] . واقسم دائر سمك أحدهما بقدر النهار الأطول ، واكتب على تلك الأقسام أعدادها . ثم أعدّ قرصًا آخر يكون سُمك أحدهما وقطره أنقص من قطر أحدهما بأربع[6] أصابع . ثم أدر على مركز القرص الكبير الخالي من القسمة دائرة قطرها أصغر من قطر القرص الأصغر بإصبعين مضمومة ، وسمها دائرة المسامير .

ثم أدر على كل من مراكز الأقراص الثلاثة دائرة قطرها طول نصف إصبع ، واخرق هذه الدوائر الثلاث . ثم ضع القرص المقسوم سمكه أسفل ، وفوقه الأصغر ، وفوقهما[7] القرص الثالث . والصقها بغراء[8] ونحوه ، بحيث يكون

(١) في الأصل : تعلين .
(٢) يقصد بغربان النوب تماثيل الطيور التي تقوم بالحركات الميكانيكية في كل نوبة ، أي كل فترة يختارها الصانع .
(٣) في الأصل : لوحان .
(٤) في الأصل : دائرتان .
(٥) في الأصل : الفرض .
(٦) في الأصل : أربعة .
(٧) في الأصل : وفوق .
(٨) في الأصل : بغرى .

محيط كل دائرة من الدوائر الثلاث المخروقة منطبقاً[1] على محيط الأخرى . ثم اقسم دائرة المسامير ستة أقسام متساوية ، أو أكثر ، وعلّم تلك الأقسام بحسب ما تختار ، وابخش في كل[2] علامة بخشاً نافذاً في الأقراص الثلاثة ، يدخل فيه رأس الخنصر ، وسمّرها بمسامير خشب نافذة من الطرفين . واقطع رؤوسها من الطرفين ، وامسح وجه القرص الأعلى بالفارة[3] ، حتى يصير في غاية الصحة . فيصير مجموع ذلك شكل قرص ، على محيطه إفريز مخروق ، في وسطه دائرة صغيرة .

وإن قدرت على أن تتخذ قرصًا واحدًا ، وتغرّي محيطه على هذه الصورة ، وتخرق في وسطه دائرة كذلك ، فافعل . واقسم الأسفل من القسمين اللذين يفصل (٢٩و ←) الإفريز بينهما ، بقدر النهار الأطول . فإذا فعلت أحد الوجهين المتقدمين في ذلك ، فاتخذ قرصاً مثل القرص الكبير . واتخذ ستة عوارض مربعة ، عرض كل واحدة ثلاثة أصابع في مثلها ، وطولها بحسب ما يقتضيه العمل . واحفر بالقرب من محيط هذا القرص ست[4] حفر مربعة ، ما بينهن بُعد سواء ، بحيث تدخل كل عارضة في خرق منها قهرًا . واقطع رؤوس العوارض الفاصلة في وجه القرص ، وامسحه بالفارة صحيحًا . ثم أدر على مركزه دائرة مثل دائرة القرص المقدر ، واخرقها . واجعل طول العوارض متساوياً في غاية الصحة ، بحيث إذا وضعت على سطح مستوٍ يوازيه[5] الأفق وازى[6] قرصه الأفق . فهذا يسمى الكرسي .

---

(١) في الأصل : منطبق .

(٢) بعد كلمة «كل» كتب الناسخ جملة «من العلامة» ثم شطبها .

(٣) الفارة هي أداة النجار التي يستعملها في تسوية الأسطح والنتوءات الخشبية .

(٤) في الأصل : ستة .

(٥) في الأصل : يواريه ، بالراء المهملة .

(٦) في الأصل : وارى ، أيضًا بالراء المهملة .

ثم اتخذ محورًا مدورًا من خشب صلب أو حديد، صحيح التدوير، طوله نحو نصف ذراع، وله في أحد طرفيه عرض إصبعين أغلظ منه، بحيث يدخل في حرفي القرص المغرّى وقرص الكرسي قهرًا، ويبقى منه الفاصل الغليظ لا يدخل. ثم يوضع القرص المقدر منطبقاً على قرص الكرسي، بحيث يبقى أحد قسميه الفاصل بينهما الإفريز إلى أسفل يلي قرص الكرسي. ثم يدخل المحور في خرقهما قهرًا إلى عند فاصلة الغليظ، بحيث يكون هذا الفاصل في الوجه الأسفل من قرص الكرسي.

ثم تتخذ قرصًا منهرًا، مثل القرص المنهر الملفوف عليه خيط العوامة، سواء في قطره ونهره وسمكه. ويعمل على مركزه دائرة، متى خرقت منه ووضع في محور الكرسي دار بسهولة. فليخرق كذلك، وليوضع في المحور. ويبخش هذا المحور من فوق هذا القرص بخشاً يدخل فيه محور مدور معارض، إذا دخل في هذا المحور الكبير يكاد أن يماس القرص الذي فيه. ويكون أحد[1] طرفيه أغلظ من الآخر بتدريج، ليمكن تركيبه وفكه.

ثم تجعل في وجه القرص الأسفل بالقرب من محيطه قضيب حديد قائم على سطحه، ثابت في طرفه شعبتان، متى أدير هذا القرص، وكانت الغربان منصوبة على قرصها، صارت أطراف الغربان المعطوفة من أسفل بين الشعبتين يكاد يماسها.

وتتخذ[2] غربان كما تقدم في صفة عملها. وليكن اتخاذها قبل اتخاذ القضيب، ليعمل القضيب على حكمها. فإن كانت الخزانة مرتّبًا[3] فيها بندق

(١) في الأصل: إحدى.
(٢) في الأصل: ويتخذ.
(٣) في الأصل: مرتب.

يخرج من طير أو طيرين (٢٩ظ ←) في كل ساعة زمانية ، فليكن عدد الغربان ما تقدم . وإلا فتجعل على عدد النوبات فقط . وربما عمل البندق ولم يعمل نوبة الطبالين ، فيكون على عدد الساعات الزمانية اثني عشر فقط .

ثم توضع[١] صفائح الغربان في إفريز القرص ، وتثبت بأسافين ملفوف عليها خروق[٢] كما تقدم . ويكون وضعها بحيث يوازي آخر أطرافها من أقسام القرص مقدار الماضي من النهار أو الليل ، عند آخر ساعة ذلك الغراب . ولا بد في هذا العمل أن[٣] يعمل بجدول الساعات كما قدمته ، أو يحسب في ذلك اليوم الذي أنت فيه أو الليلة ، أو القياس بالبركار . أو تتخذ قطعة صفيحة من محيط دائرة ، مساوٍ محيطها لمحيط قرص الغربان المقسوم ، ويكون طول قوسها قدر طول قوس ساعة النهار الأطول ، ثم يفضل منها قدر قوس ساعة النهار الأقصر . وتقسم الفضل بين قوسيهما بأدق ما يمكن من الأقسام . وتحسب[٤] لذلك جدولاً مرتبًا على درجة الشمس . ويقاس بهذه محيط وشاقول ، كما قدمنا في قياس مسطرة الغربان بالخشبة .

واعلم أن أطراف الخيطان المتعلقة بسدادات الحيضان وبالشظيات الحابسة للبنادق تكون كلها مربوطة في تثاقيل معلقة بالغربان ، على صفة التثاقيل المتقدمة سواء . متى كانت التثاقيل هذه معلقة في الغربان[٥] كانت السدادات في أماكنها حابسة لنزول الماء من الحيضان ، وكانت الشظيات حابسة للبنادق

(١) في الأصل : بوضع .
(٢) كلمة خروق وردت بدون نقطة الخاء ، وهي جمع خرقة ، أي قطعة قماش .
(٣) في الأصل : وضع حرف العطف (الواو) بين كلمتي «العمل» و «يعمل» .
(٤) في الأصل : وبحسب .
(٥) في الأصل : الغربان بان .

منطبقة على مجزاتها في خشبتها ، ومتى سقط تثقيل إن كان متعلقاً[1] بشظية رفعها تمام الرفع ، فيخرج البندق المحبوس . وإن كان متعلقًا بسداد رفعه كله ، حتى ينفتح الخرق الذي كان فيه جميعه ، وينزل منه الماء . والله أعلم .

فرتب الغربان ، وعلق فيها التثاقيل . واجعل القرص في محور الكرسي . واجعل في نهره حبلاً كما قرص الدوائر ، واصلاً إلى نهر في هذا المحور ، يدور بدورانه ، بينهما بكرة أو حلقة ، لأن دوران هذا رحائي[2] ، ودوران ذاك دولابي[3] . فلابد بينهما من واسطة من البَكَر والحَلَق[4] ليعود[5] ذلك إلى حركة واحدة .

خاتمة متى كان القدر الذي تروم خروجه من (٣٠و ←) الخابية في مدة الأطول لبلدك يخرج في مدة أقصر من ذلك بساعة فما دونها ، فإن ذلك لا يضر . فانظر في مدة كم يخرج هذا القدر المطلوب خروجه ، الذي هو طول محيط نهر القرص من الخابية ، فاجعله طول النهار الأطول . ورتب على ذلك النهار الأطول فضل دائر عصره ، وحصتي شفقه وفجره . وأما الطالع فاجعله على حكم عرض بلدك .

واعلم أن هذه الخزانة تعمل بها جميع الأعمال ، ما عدا الطالع ، في كل بلد طول نهاره الأطول أنقص من النهار الأطول المرتب عليه عمل تلك الخزانة . بل وفي كل عرض يكون نهاره الذي أنت فيه أقل من نهار الخزانة الأطول ،

(١) في الأصل : متعلقة .

(٢) في الأصل : رحائياً .

(٣) في الأصل : دولابياً . والدوران الرحائي هو أن يدور قرص أو عجلة بحيث يكون وجههما موازيًا لسطح الأرض ، مثل الرحى . أما الدوران الدولابي فيكون وجه القرص معامدًا لسطح الأرض ، مثل دولاب أو عجلة الناعورة .

(٤) يقصد أن القرص الأفقي أو الرحائي والقرص العمودي أي الدولابي يجب أن يتصلا بالتروس أو المسننات gears مع سلاسل ، لنقل الحركة بينهما . فبقوله البَكَر يقصد التروس ، وبقوله الحَلَق يقصد السلاسل المكونة من حلقات .

(٥) في الأصل : لتعود .

أو مثله . بل وفي أجزاء كل نهار ، إلى أن يبقى من آخره قدر زيادة ذلك النهار على نهار الخزانة الأطول . والليل كالنهار في ذلك .

وليكن هذا القدر آخر ما يتعلق بالأعمال الفلكية في هذا الباب . والحمد لله الملهم للصواب . وصلواته على سيدنا محمد ، المؤيد بالمعجزات وفصل الخطاب ، وآله وأصحابه الغر الأنجاب ، ما لمع برق وهطل سحاب ، وسلم تسليمًا كثيرًا .

فصل صفة عمل جارية جالسة تحت الشاذروان ، ناشرة شعرها ، وبيدها طاسة . يصب فيها أحد أفواه الشادروان . وكلما امتلأت الطاسة حملتها الجارية بيدها ، فصبت جميع ما فيها على رأسها وشعرها وجسدها . وهذه ليست لي ، ولا للعلامة ابن الجزري رحمه الله . وإنما حكى لي شخص أنه عاينها في بعض حمامات بلاد الروم ، وكان أستاذًا في علم الحيل[1] ، وأفادني عملها إجمالاً . رحمه الله رحمه واسعة وهو الأمير مرجان الجمالي المعروف بست مائة[2] :

تتّخذ جارية مؤلفة من نحاس . ويتّخذ قحف[3] رأسها وحده . ويبخش كله أبخاشاً رفيعة متلاصقة . ويؤخذ طاقات من شعر أسود[4] ، يكون طول كل طاقة

(١) أي علم الميكانيكا . وقد تحدث عنه المؤلف في صفحة ٣٤و .

(٢) الأمير مرجان الجمالي الذي كان يلقب بست مائة (٦٠٠) لأسباب لم تذكرها المصادر : هو مهندس ميكانيكي كان مختصاً ببناء وصيانة السواقي . فعرف بين معاصريه بمهنة «شاد السواقي» . وهو مولى خصي من موالي السلطان المملوكي الأشرف برسباي . وكان من أعيان الطواشية ، أي الخصيان . ولهذا يلقبه مؤلف هذه المخطوطة بلقب «الأمير» . وقد درس الحساب والفلك والهندسة والميقات . توفي سنة ٨٩٤هـ/١٤٨٩م (أي قبل تأليف هذه الرسالة بأشهر) بعدما أسن . وترك إرثًا كبيرًا من الكتب وغيرها . انظر السخاوي (محمد بن عبد الرحمن) ، الضوء اللامع لأهل القرن التاسع ، نشر مكتبة القدسي بالقاهرة ، ١٩٣٤-١٩٣٦م ، (١٢ جزءاً) ، جـ١٠ ص ١٥٣ . وابن إياس (محمد بن أحمد) ، بدائع الزهور في وقائع الدهور ، تحقيق محمد مصطفى ، نشر جمعية المستشرقين الألمانية و الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ط٣ ، ١٩٨٢-١٩٨٥م ، ج٣ ص ٢٦٧ .

(٣) القحف من الجمجمة هو العظم فوق الدماغ الذي ينفصل . وهو أيضًا قدح من الخشب يُشرب به ، يشبه قحف الرأس . الكرمي ، المرجع السابق ، ج٣ ص٤٧٦ .

(٤) الطاقة هي الحزمة من الأزهار . الكرمي ، المرجع السابق ، ج٣ ص ١٣٨ . فيقصد المؤلف حزمًا من شعر مستعار ، أي ما نسميه اليوم باروكة .

شبراً[١] . وتربط[٢] في طرف كل شعرة عقدة ، وتدخل بطرفها الآخر من مقعر القحف ، وتجر من مجذبه[٣] (٣٠ظ←) إلى عند العقدة . تفعل ذلك في جميع الأبخاش ، بأن تجعل في كل بخش شعرة على هذه الصفة .

ثم يلصق قحف الرأس على دائر أعلى الوجه محكمًا . وتجرد بالجرد[٤] جيدًا ، ويبسط شعرها على ظهرها . وتجعل بعض أطرافها من يمينها ويسارها ساتراً لفخذيها وما تحت سرتها .

ثم تتخذ لها يدين[٥] ، كل يد لها كتف ومرفق ، مبسوطة محنية قليلاً إلى جهة الإنسي[٦] . وقد قبضت من أصابعها الوسطى والخنصر والبنصر ، وفتحت ما بين السبابة والإبهام ، مقعر إلى جهة الإنسي كأنها قوس من دائرة . ويبخش في وسط رأس الكتف بخش ، يجعل فيه محور تتحرك فيه اليد .

ثم تتخذ طاسة[٧] من نحاس ، تسع نحو نصف رطل ماء بالمصري . وتجعل بين إبهاميها وسبابتيها ، بحيث يصير فتر اليد منطبقاً على ما وازاه من محيط الطاسة . وتسمر بالقرب من رأس السبابة ورأس الإبهام ، وفي منتصف ما بينهما . في كل مسمار مبشوراً[٨] أحد طرفيه في الإصبع ، والآخر في الطاسة .

(١) في الأصل : شبر ، أي بدون الفتحتين .
(٢) في الأصل : ويربط .
(٣) في الأصل : محدبه .
(٤) في الأصل : الجراد . والجرد هو شيء تنظف به الأسنان كالسواك مثلاً . وهو أيضًا محلج القطن . الكرمي ، المرجع السابق ، ج١ ص ٣٢١ .
(٥) في الأصل : يدان .
(٦) هكذا وردت الكلمة في المخطوطة . ويقصد بها جسم تمثال الجارية .
(٧) في الأصل : طاس .
(٨) في الأصل : مبشنا .

ثم تجبس[1] ملتصقًا ظهرها إلى الشاذروان، جالسة على عجزيها، ممدودة رجليها. ويخرق عند رأس الكتفين خرقان: يدخل في كل منهما الخنصر. ثم يؤخذ سفودان في خرقي الشادروان. ثم أنت بالخيار: إن شئت جعلت طول كل سفود مساويًا[2] لطول اليدين، ثم اتخذت طاسة تسع قدر تسع أواق ماء بالمصري. والصق طرفي السفودين بجانبيها. ثم انظر: فإن كان محيط الطاستين موازيًا[3] للأفق فذلك الغرض. وإلا فإن رجحت طاسة الجارية فاجعل في طرفي السفودين تثقيلين يردانها إلى السواء. وإن رجحت طاسة السفودين فثقّل سفل طاسة الجارية برصاص، حتى[4] ترجع إلى السواء، ويصير[5] محيط الطاستين موازيًا للأفق. وليكن شكل كل من الطاستين كأنه قطعة كرة مجوفة.

ثم اجعل بزبوزًا[6] من الشادروان، يصب في طاسة الجارية. وليكن بعده عنها بحيث إن الجارية إذا أقامت يديها بالطاسة لا يماس طرف البزبوز[7]. (٣١و ←) ثم اجعل بزبوزًا[8] أخر يصب في داخل الشاذروان على طاسة السفودين. وليكن أوسع من بزبوز[9] الجارية، بحيث إن الطاستين تملآن في مدة واحدة. وهذا هو الأولى، لأن الجارية حينئذ متى امتلأت طاستها فقد امتلأت الطاسة الأخرى. وهي تسع ماء أكثر من طاسة الجارية، فتميل بنفسها وبطاسة

(١) أي نلصق باستعمال الجبس.
(٢) في الأصل: مساو.
(٣) في الأصل: موازين.
(٤) في الأصل: على.
(٥) في الأصل: ونصير.
(٦) في الأصل: زبزوبًا، والبزبوز هو صنبور حنفية متحركة. دوزي، المرجع السابق، ج١ ص ٣٢٣.
(٧) في الأصل: الزبزوب.
(٨) في الأصل: زبزوبًا.
(٩) في الأصل: زبزوب.

الجارية ، إلى أن يفرغ ما فيها وفي طاسة الجارية معاً . فمتى امتلأت طاسة الجارية تفرغت عقب امتلائها سواء . ومتى كانت طاسة الجارية تمتلئ قبل الطاسة الأخرى تأخر تفريغها بعد امتلائها حتى تمتلئ الطاسة الأخرى . ومتى كانت الطاسة الأخرى تمتلئ قبل طاسة الجارية فإن طاسة الجارية تتفرغ قبل تمام امتلائها .

وإن شئت جعلت طول السفودين قدر طول اليدين مرة ونصفًا ، وعادلت الطاستين كما تقدم ، وجعلت مقدار ما يسعان من الماء مقداراً واحداً ، وجعلت مقدار ما يخرج من بزبوز[1] كل منهما مقداراً واحداً . وهذا عندي أولى .

وأما صفة عمل السرير الذي عليه مليحة ومليح يتنادمان فهذا مأخوذ من السرير الذي عليه شيخان يتنادمان ، مذكور صفة كاملة واضحة في كتاب العلامة ابن الجزري . وأما الرقاص فهو مذكور في الكتاب المذكور في قصر الجواري . والله تعالى أعلم بالصواب .

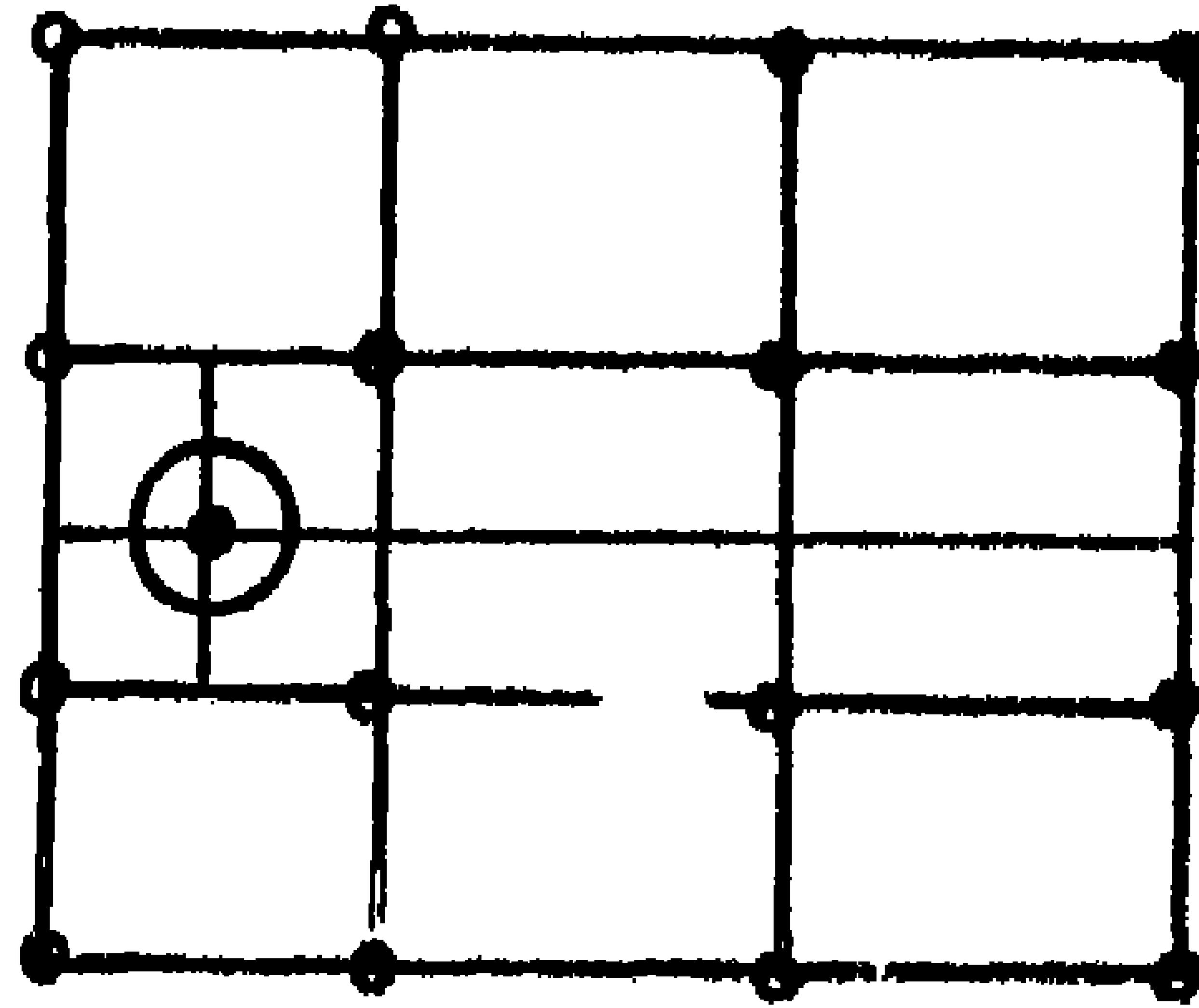
وهذا أوان فراغنا من الكلام على ما يتعلق بهذه الآلة بالكلية . وبه نختم الرسالة القدسية . والصلاة والسلام على خير البرية ، وعلى أله وأصحابه ذوي المناقب السخية ، ما لمعت بارقة[2] ضوية ، وهطلت سحابة روية . والحمد لله وحده . وصلى الله على سيدنا محمد وعلى أله وصحبه وسلم تسليمًا كثيرًا ، وحسبنا الله ونعم الوكيل .

(٣١ظ ←) ينبغي أن يلطف الحيلة في هذه الآلة ، بحيث إنها كلها تتفكك وتتركب . وهذه صورة القاعدة الاثني عشر للدواليب والأسكرجة[3] في

---

(١) في الأصل : زبزوب .
(٢) في الأصل : باقة .
(٣) الأسكرجة هي قاعدة العمود ؛ انظر الحسن ، ص ص ٥٦٧ ، ٥٧٥ .

وسط أعلاها . والقاعدة الذكر مثلها سواء ، غير أن فيها عوارض على مقابلة هذه العلامات السود تدخل في أبخاش في أماكن العلامات السود كلها أو بعضها وتسفن بأسافين (شكل : ٧) .



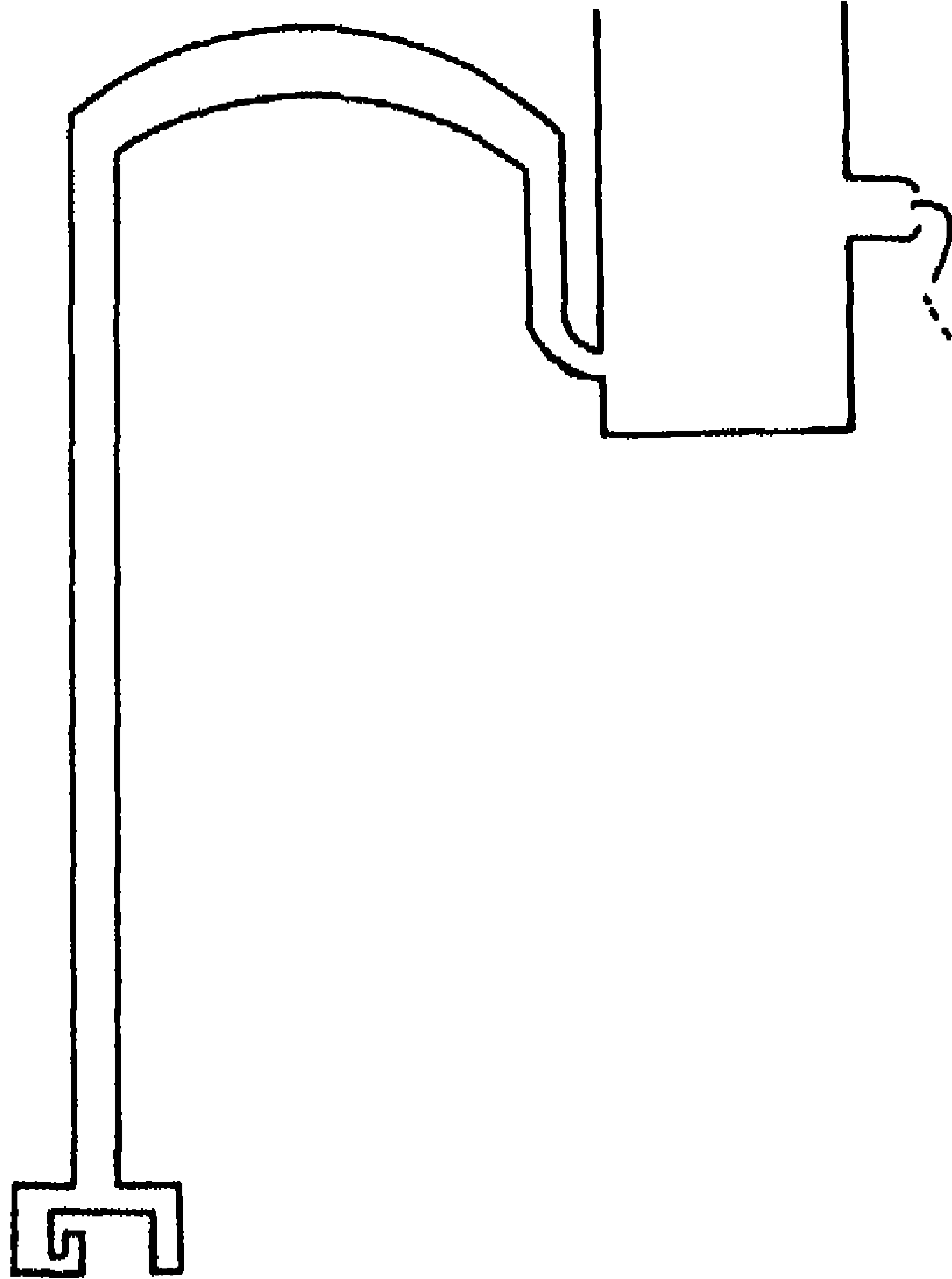
شكل ٧

صفة عمل قناة[١] قاعدة : رأيت في بعض الكتب أنه يبخش حول الفوار أبخاشًا ، أغلظ ما يمكن . ويربط الجلد من أسفلها لتعين على صعود الماء وهو ظاهر . وشرطه أيضًا أن يكون ما في الحوض ضعف ما في القناة من الماء .

يشترط أن يكون مدخل الماء من طرف القناة إلى الحوض أسفل من مخرج الماء من الحوض ، وأن يكون مخرج الماء من الحوض أسفل من مقعر أعلى حنية القناة ، وأن يكون أعلى[٢] الحوض أعلى من محدب أعلى القناة . فإنه إذا سد مخرج الحوض وصب فيه ماء [لا يخرج شيء منه][٣] حتى تمتلئ القناة والحوض كله . فلو لم يكن أعلى الحوض أعلى من محدب القناة لما وصل الماء إلى

(١) وضع الجزء الأول من هذا العنوان «صفة عمل قناة» على الهامش الأيمن .
(٢) في الأصل : أعلا .
(٣) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين حتى يستقيم المعنى .

محدب القناة فلم تمتلئ[1] . ثم إذا فتح مخرج الحوض خرج منه الماء المجتمع في أعلى[2] الحوض ، حتى يسامت الماء مقعر أعلى حنية القناة . فمن ثمّ كلما خرج من مخرج الحوض يحتاج أن يرجع نظيره من القناة إلى الحوض ، لأن فم القناة التي في مدخل[3] فم الحوض منحدر عن حنيتها ، فهو يطلب مركز السفل فتمده ما في القناة ضرورة ، لئلا يلزم الخلاء ، فينحدر الماء من الفم الجلد المركب على الفوار (٣٢و ←) بقدر ما يخرج من فم القناة في مدخل الحوض ، لضرورة الخلاء ، ولو جعل مخرج الحوض أسفل من مدخل الماء إليه(شكل : ٨) .



شكل ٨

(١) في الأصل : تمتل .
(٢) في الأصل : أعلا .
(٣) سقطت كلمة «مدخل» من موقعها في السطر ووضعها الناسخ في الهامش الأيمن وكتب امامها (صح) .

قال الأمير مرجان الجمالي -المعروف بست مائة- تغمده الله برحمته ، وهو الذي أفادني هذه القناة : إنه لم يزل الماء خارجاً من الحوض حتى ينتهي إلى مدخل الحوض . فيدخل الهواء في فم القناة ، ويفسد العمل ، لأنه حينئذٍ لا يلزم الخلاء . وعندي فيه نظر : لأن الماء لا يمكن أن يرجع إلى أسفل ، إذ لا مصرف له . فهو لا يزال شاغلاً لجميع القناة أبداً . فكيف يدخل الهواء ولا بد له من الهبوط لانحدار فم القناة عن محدب أعلاها؟ فكلما خرج منه شيء تبعها ما وراؤه . وعلى تقدير صحة ما قلته فإنه لا يحتاج إلى الحوض سوى حتى تمتلئ القناة ، ثم يمكن رفعه عنها بعد ذلك ولا يحتاج إليه . والتجربة تكشف .

وإن ثبت ما قلته فإنه يكون أحسن بكثير . لأنه إذا رفع الحوض خفي عن الجهال كيفية العمل جداً ، فلا يعرفونه ، ولو رأوا القناة وفككوها . وينبغي أن تعمل قابلة للفك والتركيب ، ليسهل تغيير الجلد . وليكن عملها مثل عمل النفير[١] في تفكيكه وتركيبه . والله أعلم .

وإن ثبت ما قلته لا يحتاج إلى الحوض أصلاً ، بل لشد فم القناة . وتملؤها[٢] من مصرف الريح . ويكون في مصرف الريح منفذان : واحد يصب منه الماء ، وواحد يخرج منه الهواء . ويحصل عليهما فثيون[٣] يسدهما . وينبغي إذا فتح أن يمص مصاً ، فإن ذلك يعين على سرعة خروج الماء .

(١) النفير هو بوق ينفخ فيه ، انظر : الكرمي جـ٤ ، ص ٣٣٦ .

(٢) في الأصل : وتملاؤها .

(٣) الفشيون أو البشيون هو البزال (أي الصنبور) الذي يعمل من أنبوبة تثقب ، وتركّب في الثقب أنبوبة أخرى منتصبة ، تدار فيه للفتح والسد . والأنبوبة المركبة في الإناء تسمى الأنثى . والأنبوبة المركبة في ثقب الأنبوبة الأنثى تسمى الذكر . فالفشيون إذن هو المحبس أو الصمام (valve) أو الحنفية بلغة عصرنا . انظر الحسن ، أحمد يوسف : المرجع السابق ، ص ٥٦٨ .

قال المقيّد[1] : كلما رق فم القناة الذي يخرج منه الماء كان أعون لصعود الماء . ويعتني بترقيق الجلد ما أمكن . ويشترط عطفة الجلد على البوابة[2] . وينبغي أن يكون الحُق في الماء كله .

(٣٢ظ ←) الحمد لله رب العالمين صفة ملء القناة من مصرف الريح :
تتخذ[3] في أعلى[4] مجذب[5] حنية القناة قصبتان رقيقتان متساويتان ، طول كل واحدة أربع أصابع مضمومة . ويبخش في أعلى[6] مجذب[7] الحنية بخشان ، ينزلان فيه بحيث لا تماس فوهتهما سفل قصبة الحنية . بل يكون فوهتهما في قصبات الحنية . ويثبتان برصاص [تثبيتًا][8] محكمًا جداً . ويسد فم القناة ، ويملأ الماء في أحدهما . ويجعل على التي تملأ منها قمع[9] يرتفع ويوضع ، مثل قمع القمقم ، ليسهل الملء منه . ثم يسدان بسدادين محكمين مخروطي الشكل ، يدخلان في فوهتيهما قريبًا من القهر . ثم يفتح فم القناة ، ويمص مصّاً قوياً . والله أعلم . وهذا الذي ذكرته مرتب على ما قلته ، دون ما قاله الأمير مرجان رحمه الله .

فائدة : ينبغي أن يجعل رأس هاتين القصبتين في صفيحة ثابتتين في بخشين في الصفيحة ، بحيث لا يكون شيء من أعلاهما ناتئًا[10] على وجه

(١) في الأصل : المفيد ، والمقيّد هو المؤلف .
(٢) في الأصل : البراته .
(٣) في الأصل : يتخذ .
(٤) في الأصل : أعلا .
(٥) في الأصل : محدب .
(٦) في الأصل : أعلا .
(٧) في الأصل : محدب .
(٨) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين للتوضيح .
(٩) في الأصل : قمعا .
(١٠) في الأصل : ناتئ .

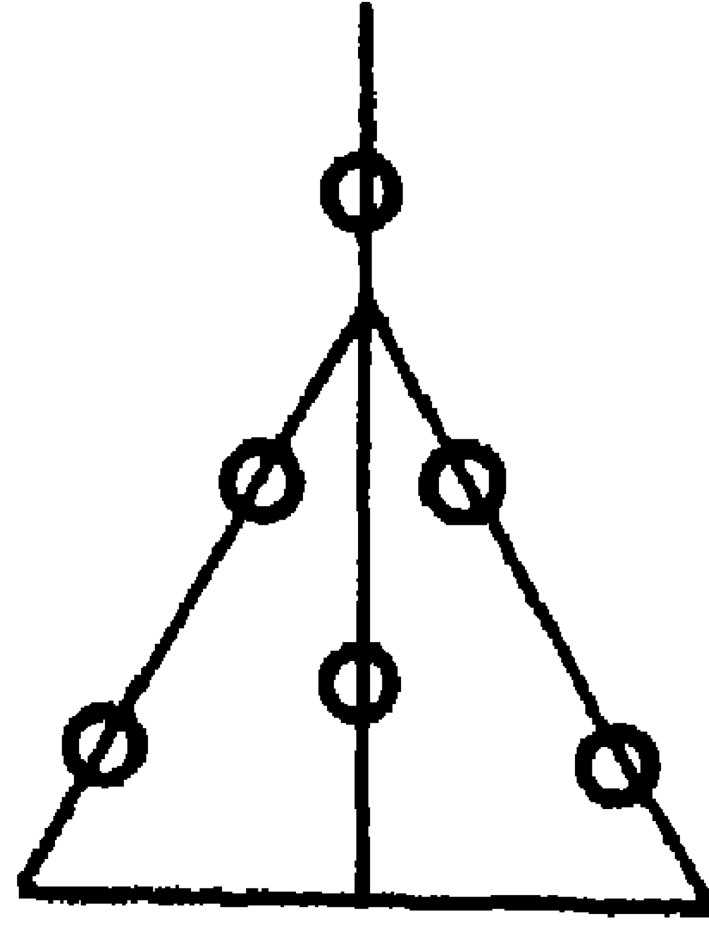
الصفيحة . ويركب على هذه الصفيحة صفيحة أخرى مثلها . ويبخش[1] بالقرب من محيطهما بخشان متساويان ، يدخل فيهما محور . ويبشر[2] طرفاه محكمًا ، بحيث تدور العليا فوق السفلى ، بحركة هي إلى القهر أقرب . ويكون وجها الصفيحتين المتلاقيان في غاية الصحة[3] . ثم يوضع على أحدهما قمع . ويملأ منه بعد سد فم القناة محكمًا ، حتى يطلع الماء إلى أعلاها بين القصبتين ، فنطبق الصفيحة العليا على السفلى . ويفتح سداد فم القناة ويمص . وهذا موافق لما قلناه ، وينفع فيما قاله الأمير مرجان رحمه الله ، لكن على ما قاله تصنع قصبة واحدة ، وكذلك في الوجه المتقدم . وإن سُبكت القصبتان[4] مع حنية القناة بالقالب الذي ذكرته في صفة سبك المقلب فذلك أولى . والله اعلم .

امتحان : ينبغي أن يجعل على فم الحُقّ قطعة من قصبة . واملأ الحق منها ماء . فإن لم ينزل منه شيء فالعمل صحيح . ثم فرّغ الحق من الماء ، بأن تمص ما فيه ، ولا تقلبه . ثم تضعه بماء يغمره ، وتمتصه من فم القصبة مصّاً قويّاً . فإن امتلأ ماء فالحق صحيح ، وصحة الحق هي الأمر الأهم . فمتى صحت هاتان العلامتان صح بقية العمل ، إن شاء الله تعالى . ثم فك القصبة الضيقة عن فم الحق ، وركب عليه قصبة القناة بعد أن توسع فمه .

صفه قاعدة أنثى[5](شكل٩) والحلقات الصغار أبخاش ، يدخل فيها عوارض من القاعدة[6] الذكر ، وتسفن[7] بإسفين ، وتوضع[8] الأسكرجة

(١) في الأصل : يبخشان .
(٢) في الأصل : يبشن .
(٣) المقصود أن يكون الوجهان صقيلين بقدر الإمكان .
(٤) في الأصل : القصبتين .
(٥) الأسطر الثلاثة بعد عبارة «صفة قاعدة أنثى» هي شرح للرسم المرافق لها .
(٦) في الأصل : القاعد .
(٧) في الأصل : يسفن .
(٨) في الأصل : يوضع .

موضع إحدى الحلقتين الكبار ، بحسب ما يختار الواضع . والله أعلم ، والحمد لله وحده .[1]



شكل ٩

الحمد لله رب العالمين . تذكرة في عمل دولاب المحاور : وتسمى أيضاً دولاب المرافق ، التي لها مفاصل تتفكك من أحد[2] الجانبين دون الآخر : يعمل تحتها ثلث دائرة منهرة ثابتة جيداً ، لتتفكك المحاور[3] إذا صدمتها ، وتدور مفاصلها في نهر تلك الدائرة . وربما جعلت هذه المحاور مستقيمة أو قسيا[4] سمائية[5] . وربما جعل للمفاصل تثاقيل ، تنصبها إذا تخلصت من تلك القطعة الدائرة . فيكون دخول المحور في تلك الدائرة عند آخر هبوطه إلى وتد الأرض ، وأول صعوده قاصداً وسط السماء . فلا تزال مفاصله متفككة ما دام صاعداً إلى قرب بلوغه وسط السماء ، فتخلص من القطعة الزائدة . ثم إذا جاوز وسط السماء قليلاً انتصب ، سواء كان فيه تثاقيل تنصبه أم لا . فلا يزال كذلك حتى يبلغ وتد الأرض .

(١) العبارات من بداية صفحة ٣٢ظ إلى هنا كتبت بخط رفيع على الهامش الأعلى . ثم استمر النص في الهامش الأيمن والهامش السفلي ، بما في ذلك الشكل التوضيحي الذي ذكرناه في الحاشية المتعلقة بعبارة «صفة قاعدة أنثى» .

(٢) في الأصل : إحدى .

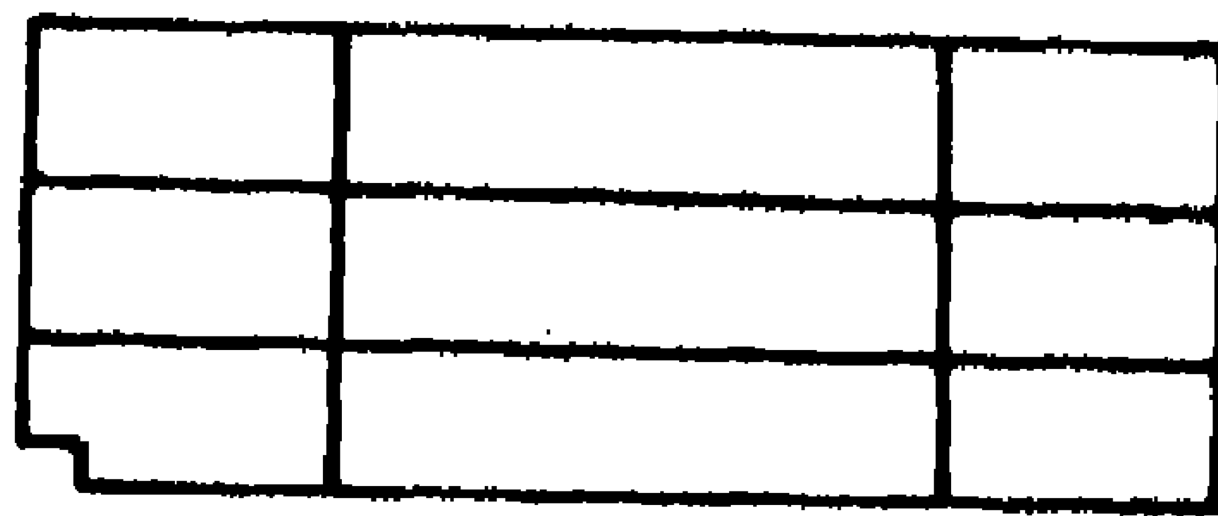
(٣) فوق كلمة «المحاور» وضع الناسخ إشارة وكتب أمامها على الهامش الأيسر : «المحاور هي المرافق» .

(٤) في الأصل : قسي ، أي بدون الفتحتين .

(٥) يقصد أقواسًا فلكية مثل الأقواس التي ترسم على الأسطرلاب .

فهذه جوامع وأصول ما يحتاج إليه في هذا الدولاب ويتفرع[1] عليها . ومن الفروع أن يجعل في أطراف المحاور تثاقيل ثابتة أو متحركة ، بحسب ما يؤدي إليه العمل .

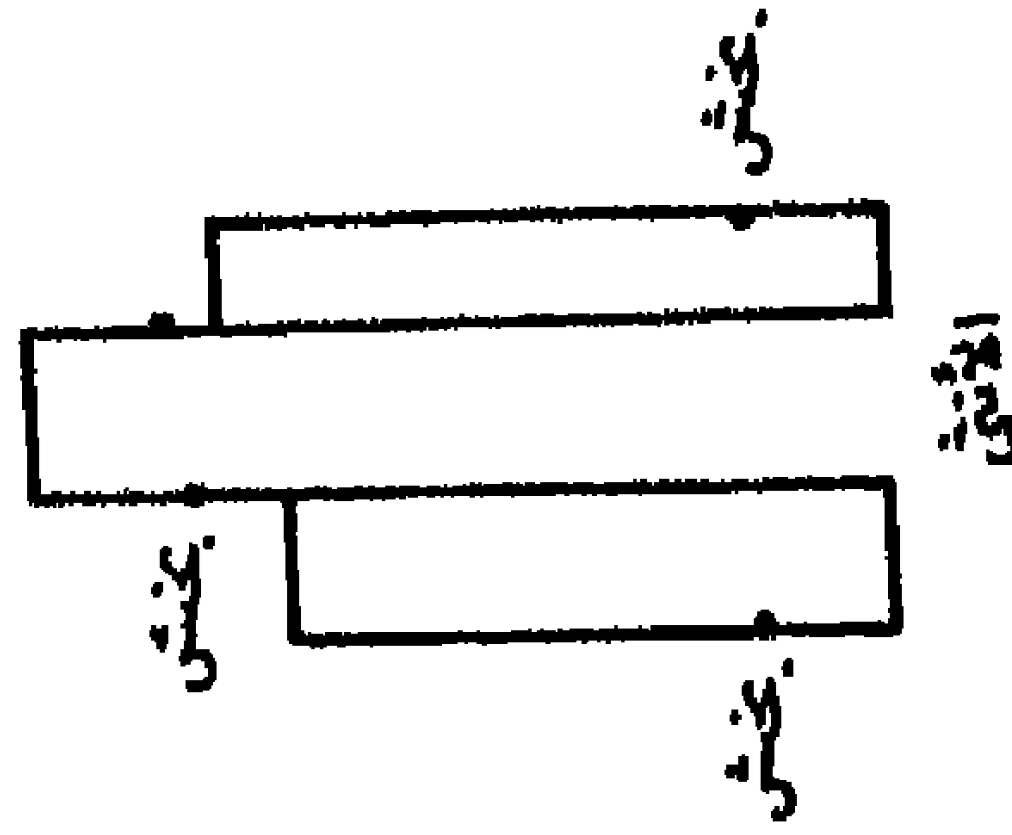
صفة عمل مفاصل هذا المحور : يتخذ كل مفصل على هذه الصفة : وهو قطعة خشب مربعة العرض والسُّمك ، مستطيلة بحسب ما يختار من المقادير ، على ما يقتضيه الحال من كبر الدولاب وصغره . والذي نذكره هنا من المقادير إنما هو على سبيل المثال . ليكن عرض المفصل ثلاث[2] أصابع مضمومة ، وسُمكه كذلك ، وطوله فتر . والفتر قدر عشرة أصابع ، وهو ما بين رأس الإبهام ورأس السبابة إذا بلغا نهاية مداهما . ويقسم أحد وجوهه الأربعة[3] بثلاثة خطوط موازية لضلعيه الأطولين . يقسم ذلك الوجه بثلاثة أقسام متساوية ثم يجعل[4] على هذه الخطوط الثلاثة خطان قائمان عليها ، بُعد أحدهما من أحد الطرفين إصبعان مضمومتان . وبُعد الآخر عن الطرف الآخر (٣٣و ←) كذلك ، على هذه الصفة (شكل ١٠) .



شكل ١٠

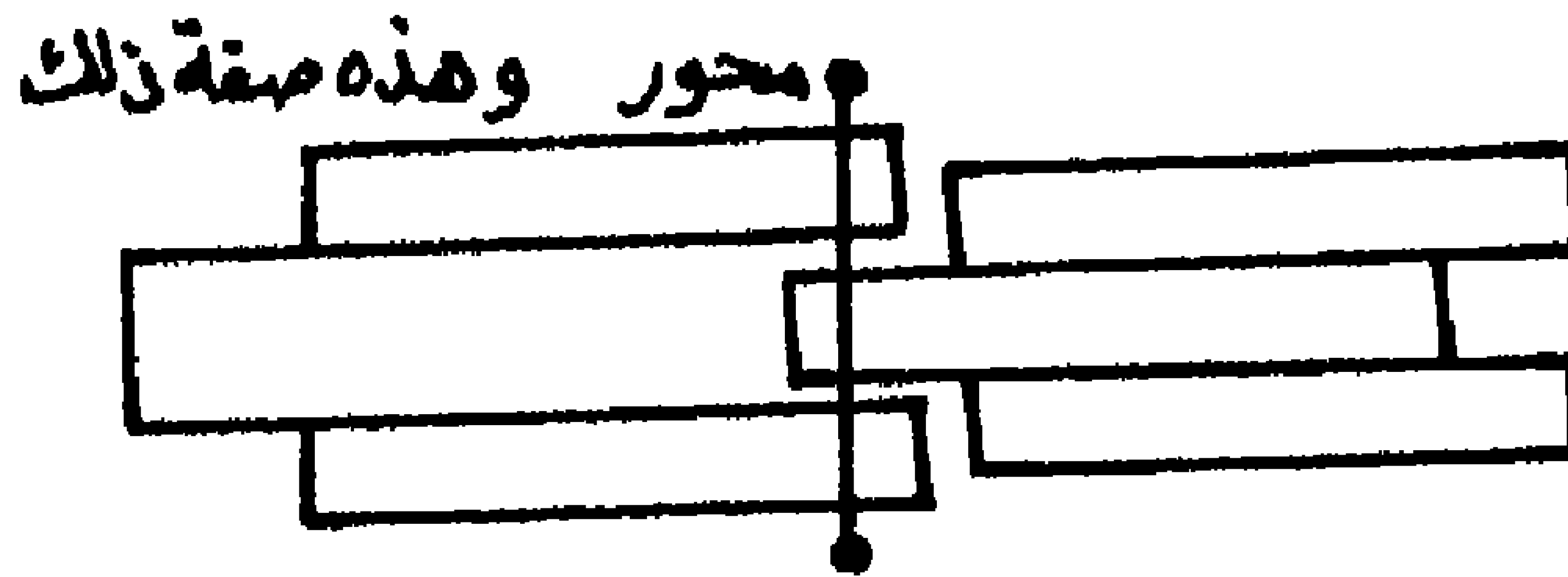
(١) في الأصل : ويتفرع .
(٢) في الأصل ثلاثه
(٣) في الأصل الأربع
(٤) في الأصل تجعل .

فيصير من كل خط من هذين الخطين إلى الطرف الأقرب إليه ثلاثة أضلاع . ففي أحد الطرفين ينشر الأوسط منها ، ويبقي الطرفان ، ويسمى هذا بالأنثى . وفي الطرف الآخر ينشر الطرفان ، ويبقى الوسط ، ويسمى هذا بالذكر ، على هذه الصفة (شكل ١١) .



شكل ١١

ثم يبخش في منتصف الذكر في منتصف السُّمك بخشاً موازياً للخطين اللذين [جعلا في موضع ثلثي ما بين][١] الطرفين نافذاً من الجهتين . وكذلك تفعل بضلعي الأنثى . ثم يدخل كل ذكر بين ضلعي الأنثى . وتجعل[٢] محوراً يدخل في أبخاش ضلعي الأنثى والذكر . ويبشر[٣] طرفاه بحيث يمكن تحريك الذكر بين ضلعي الأنثى[٤] بسلاسة . وهذه صفة ذلك (شكل ١٢) .



شكل ١٢

(١) ما بين المعقوفتين من عند المحققين للتوضيح . وقد وردت في الأصل مكان هذه العبارة كلمة «ثلثان» .
(٢) في الأصل : ويدخل .
(٣) في الأصل : يبشن .
(٤) بعد كلمة (الأنثى) كرر الناسخ سهوًا كلمتي (ويدخل محورًا) في بداية السطر التالي ثم شطبهما .

فركّب كل محور منها بما تشاء من هذه المفاصل ، بحيث تكون عدة مفاصل كل محور متساوية عدةً وقدرًا . وطرفا كل مفصل وقع في أحد طرفي محور ، لا ينشر من ذلك الطرف ذكر ولا أنثى . بل يبقى على حاله الأول . ثم أنت بالخيار بين أن تركب على سمت المحور من الوجه الذي قسمته عارضة من خشب ، عرضها ثلاثة أصابع ، تسمّر[1] في طرفي الأنثى ، بحيث لا يصل طرفي المسمار إلى بخش المحور .

وإن شئت اتخذت قضيبًا من حديد ، غلظ إصبع ، وطول إصبع ، وسمّرته على الذكر من الوجه الذي قسمته ، بحيث يبقى باقيه على المفصل الآخر . واحترز أن يصل المسمار إلى بخش المحور .

وبأي الطريقين عملت (٣٣ظ ←) فإن المفاصل تتفكك من الوجه المقابل للوجه الذي قسمته . ويمتنع ذلك من جهة الوجه الذي قسمته . هذا أصل ما يعمل في كل محور أريدَ أن يجعل ذا مفاصل .

ثم تركب كل محور منها على دولاب ، بحيث إن المحور [إذا][2] وضع في نهاية تشقيل الدولاب -وهو وتد الأرض- كان في تمام انتصابه . ثم كلما أدير ليصعد المحور إلى جهة وسط السماء ارتخت مفاصله قليلاً قليلاً . ولا تزال آخذة في الارتخاء ، حتى يصل إلى وسط السماء أو يقرب منه ، فذلك نهاية ارتخائها .

هذا حاصل ما ذكره المتقدمون . والذي عندي أنه لا يكتفى بذلك : فإن المفاصل إذا فارقت وسط السماء لا تجد شيئًا ينصبها ، حتى تقرب من وتد

(١) في الأصل : يسمر .
(٢) ما بين المعقوفتين من عند المحققين .

الأرض من بعد وتد الغروب . فإنها من هناك تنتصب قليلاً قليلاً من وتد الأرض . [ومن ثَمّ][1] إلى وتد الطالع ترتخي قليلاً قليلاً ، فيتغاول[2] فلا يدور .

والذي ظهر لي -ولعله إن شاء الله موافق[3] للصواب أن يحتاج إلى بسط في المقالة ، وعمل رسالة على هذه الآلة ، نسميها إيضاح الحقائق في عمل دولاب المرافق[4] . وها أنا شارع فيها ، مشيداً مبانيها ، محرراً معانيها ، مستعيناً بالله فيها . وهو حسبي ونعم الوكيل .

فائدة في محور شظيات الطبالين : وهو أن تعمل شظيات أيدي الطبالين -ومن في معناهم- ملصقة برصاص ، محكمًا على صفيحة مستديرة ، يدخل محور الشظيات بحرفها فيدور فيه بين السلاسة والقهر . ويجعل على المحور عصافير تطبق[5] على هذه الشظيات ، فتمنعها من الحركة بالكلية . ولهذا فائدة ظريفة : وهو تغيير الارتفاع على أي وجه شئت ، في أي وقت شئت ، فتفتح العصافير ، وتدير صفائح الشظيات مرتبة على أي ارتفاع شئت .

ويمكن أن تجعل بدل الصفائح أخشابًا[6] مخروطة ، مستديرة مجوفة ، شكل كل واحدة كأنها قطعة من محيط حُق . وذلك عبارة عن قطعة من أسطوانة مجوفة . وتعمل الشظيات فيها ، وتحرر على أي ارتفاع تريد ، وتطبق عليها العصافير . وينبغي أن تجعل لكل مدة واحدة من هذه ، إما صفيحة أو خشبًا ،

(١) ما بين المعقوفتين من عند المحققين .

(٢) تغيل الأشجار هو أن تطول أغصانها فتلتف عليها ، الكرمي ، المرجع السابق ، ج٣ ص ٣٦٣ والمعالي دائمة مواد تعني القمل دوزي ، ج٧ ص٤٤٢ فالمؤلف يقصد أن الوتد [illegible] العقبات وهي المفاصل [illegible]

(٣) في الأصل : موافقًا .

(٤) هذه الرسالة أو المقالة عبارة عن ملحق للرسالة الرئيسية

(٥) في الأصل يطبق .

(٦) في الأصل : أخشاب .

سواء (٣٤و ←) كان فيها شظية أو أكثر . وهذه نكتة بديعة ، لأنك ترتب ما شئت من الارتفاعات في أي وقت شئت بهذه النكتة . والله أعلم .

وينبغي أن يغلظ محور الشظيات ما أمكن ، أو تجعل بدله عوارض مستطيلة ، مدورة بين قرصين . وربما جعل في كل عارضة شظية ، بعضها مزدوج وبعضها مفرد . وتلصق[1] كل واحدة في حلقة تدور في العارضة . فإذا أريد استعمالها رفعت على ظهور العوارض ، وأطلق عليها عصافير في العوارض . ومتى أريد إبطالها نكست ، بحيث يبقى في جوف ما بين العوارض ، وأطبقت[2] عليها العصافير .

بسم الله الرحمن الرحيم وصلى الله على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم .

الحمد لله ذي العظمة والكبرياء ، والمن والبهاء ، الذي أحاط علمه بجميع الأشياء ، في الآخرة والأولى . والصلاة والسلام على أفضل مخلوقاته ، وأجل مبلغي رسالاته ، وعلى آله وصحبه وحُماته . وبعد : فإنه ليس خافياً على ذوي الفطن الذكية والعقول الألمعية علم[3] أن الحيل خلاصة العلوم الرياضية ، ولب القواعد الهندسية ، مع ما اشتمل عليه من عظيم المنافع ، ودقيق الصنائع ، والأوضاع الشريفة ، والآلات اللطيفة الطريفة[4] . فمنه ما يشرح الخاطر ، وينزه الناظر ، ويطرد الهموم ، ويزيل الغموم . ومنه ما يعلم منه الساعات وأوقات العبادات ، من غير حاجة إلى شمس ولا قمر ولا كواكب ، في نور البهاء وحندس الغياهب[5] ، ومحاكاة الفلك شمسه وقمره وكواكبه ، وطالعه وغاربه .

---

(١) في الأصل : ويلصق .

(٢) في الأصل : واطبق .

(٣) في الأصل : اعلم .

(٤) سقطت كلمة الطريفة من موضعها في السطر ، فكتبها الناسخ على الهامش الأيمن ووضع أمامها (صح) .

(٥) الحندس هو الليل الشديد الظلام ؛ الكرمي جـ١ ، ص ٥٤٣ .

ومنه ما يتوصل به إلى استنباط المياه من الآبار والأنهار، لسقي الزرع والأشجار، وإلى عمل الطواحين والمعاصر، من غير حيوان دائر أو ساير. وهذا الفن أعظمها عائدة وأكبرها فائدة، (٣٤ظ ←) وأعزها وُجوداً، وأكثرها نفعاً وجُوداً.

ولم أر للمتقدمين فيه آلة يتوصل بها إلى ذلك، سوى القناة الذي أفادنيها المرحوم الأمير مرجان الجمالي -المعروف بست مائة- تغمده الله برحمته، وأسكنه فسيح جنته. وهي وإن كانت يتوصل بها إلى الغرض، فإنها تحتاج إلى جلد رقيق لا يزال منقوعاً في الماء، فيسرع إليه الفساد كل قليل. وتحتاج الآلة إلى فك وتركيب وإصلاح، في الشهر مرات.

وأما الذي اقترحته من الأوضاع لذلك فهو مشتق مما ذكرته في الرسالة القدسية، فإني جعلت الإناء يجري في مستطيل مائل، لكنه لا يفي بما تطلعه السواقي من المياه الكثيرة. واقترحت أيضاً عدة من السواقي يجتمع مياهها في حاصل واحد، ثم يخرج من مخرج واحد، فتدير الأولى ثم الثانية ثم الثالثة. وهلم جرا. وهذا يحتاج إلى سواقي كثيرة، وآنية شاهقة ماكنة، ومصرف كبير لا يصل إليه إلا ملك أو أمير. وربما لا ينتفع به إلا في إنباط المياه خاصة، وجميع ما تقدم لا يديره إلا الماء.

وكنت وقفت قديماً على دولاب المرافق، وأمعنت فيه النظر مدة مديدة. فلم أجد ما ذكروه يفي بدورانه من غير شيء يحمله، مع آلات أخرى من هذا الجنس رأيتها معزوة للإسكندر ذي القرنين تلميذ أرسطو. فلا أدري أهذا[1] الاختلال وقع في ذلك لقصور عبارة المعرِّب الذي ترجمه في اللغة اليونانية،

(١) في الأصل: هذا.

ونقله إلى العربية ، أم لأمر ستروه[1] حسابة[2] وشحّاً على غير أهله ، وأحالوا ما ستروه على قطبه من هو أهل لذلك . أم أنهم تصوروه كما وضعوه ، وبالعمل لم يمتحنوه . والله أعلم أي ذلك كان .

فلما وقفت على ذلك وأنا مقيم بالقاهرة المحروسة ، حماها الله تعالى ، وأعادني إليها سالماً غانماً ، بجاه محمد صلى الله عليه وسلم ، أطلت النظر في أمر هذا الدولاب . فانقدح لي فيه أشياء غايتها أن يدور بنفسه خاصة ، وينفع به في الآلات الفلكية فقط . فتركته (٣٥و ــهـ) مدة لم أنظر فيه .

ثم لما كنت بالقدس الشريف ، وصنفت الرسالة القدسية ، وفتح الله فيها بفوائد جليلة لم أسبق إليها ، وأعقبت ذلك بالإشارة إلى عمل القناة ، ثم إني ذكرت أصولاً وجوامع على سبيل التذكرة ، لعمل هذا الدولاب حسب ما ذكره المتقدمون ، وفيه زيادة من عندي : وهي عمل المساند ، وعمل قطعة من دائرة تعمل فيما بين وتد أرض الدولاب ومشرقه ، لتنثني فيها المحاور وتخف . وتأملت مجموع ذلك فلم أجده يؤدي سوى إلى ما تقدم بجهد جهيد .

فعند ذلك تضرعت إلى سيدي ومولاي رب العالمين أكرم الأكرمين ، فألهمني سبحانه من فيض رحمته وسعة جوده ما حصلت به قرة العين وتمام المراد . فجاء هذا الدولاب بحمد الله للغرض جامعًا ، وفي استنباط[3] المياه وعمل الطواحين والمعاصر وما شبهها سبقًا قاطعًا . وها أنا شارع في ذكر كيفية العمل ، مستعيناً بالله على بلوغ الأمل . وكان الإلهام السعيد يوم الخميس رابع

---

(١) في الأصل : ستوره

(٢) هكذا وردت الكلمة في الأصل بالتأنيث . وكلمة «حساب» بالتذكير من ضمن معانيها التوقي والحذر . دوزي ، ج٣ ص ١٦٧ .

(٣) في الأصل : آساط .

شهر رمضان المعظم قدره وحرمته سنة ٨٩٥ . وابتداء وضع هذه الرسالة يوم الجمعة تلو اليوم المذكور . وبالله المستعان ، وعليه التكلان . ولا حول ولا قوة إلا بالله العلي العظيم .

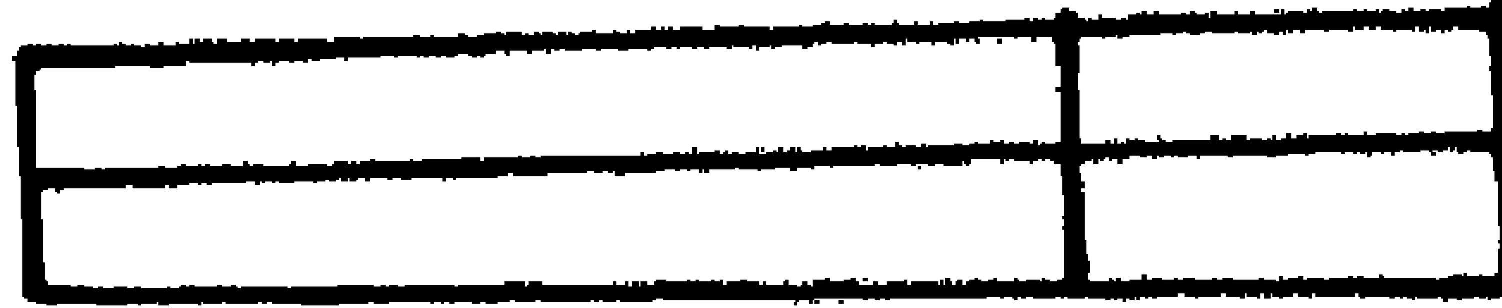
ولنبنِ[١] العمل على مثال لطيف يقاس عليه غيره . فنقول : يتخذ قرص من خشب ، قطره شبر ، وسمكه ثلاثة أصابع . [ولعمل][٢] الدواليب الكبار يتخذ ترس على شكل أتراس السواقي التي بمصر من [...][٣] هذا السهم بالخرط ، ليدور في أسكرجتين موضوعتين على قاعدتين ثابتتين ، كما سيأتي صفة عمل القواعد .

ثم تتخذ اثنتا عشرة[٤] عارضة ، طول كل عارضة شبر ونصف ، وعرضها إصبعان في مثلهما[٥] . وتسمر أطرافها على أحد وجهي القرص . وليكن بُعد ما بينهن سواء ، بحيث يبقى من كل واحدة منها على وجه القرص عرض إصبعين . وهذا الوجه من القرص[٦] يسمى وجه العوارض ، والوجه الآخر يسمى وجه المرافق .

(٣٥ظ←) ثم تتخذ أربعة وعشرون مرفقًا على ما أصف : ليكن طول كل مرفق منها قبضتان ، ثماني[٧] أصابع في عرض إصبعين في مثلها . ثم تقسم أحد وجوه كل منها بخط يوازي ضلعيه الأطولين ، وبُعده عنهما سواء . ثم تجعل

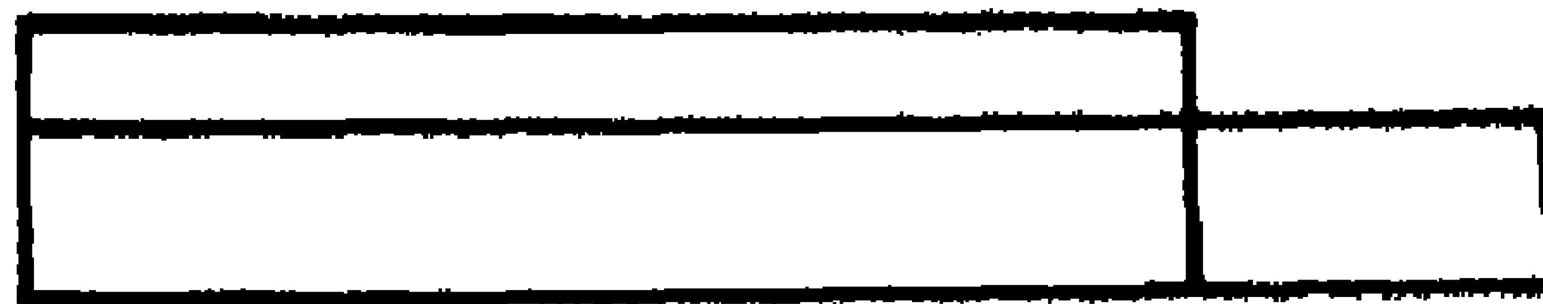
(١) في الأصل : ولنبني .
(٢) ما بين المعقوفتين إضافة من المحققين ، ومكان الكلمة في الأصل كلمة مطموسة .
(٣) في الأصل كلمتان مطموستان .
(٤) في الأصل : اثنا عشر .
(٥) في الأصل : مثلها .
(٦) بعد كلمة «القرص» كتب الناسخ جملة «أربعة وعشرون» ثم شطبها .
(٧) في الأصل : ثمانية .

خطّاً قائمًا على هذا الخط ، بُعده عن أحد طرفيه إصبعان وأزيد قليلاً ، على هذه الصفة (شكل ١٣) .



شكل ١٣

ثم ينشر الخط المستطيل الذي قسمه بنصفين من جهة الطرف القصير ، إلى أن يبلغ الخط الذي جعل قائمًا عليه . ثم ينشر هذا الخط القائم عليه من أحد جانبيه ، حتى يبلغ الخط المستطيل الوسط . فيبقى على هذه الصورة (شكل ١٤) .



شكل ١٤

ويسمى محل القطع الخلع . وتسمى القطعة الرقيقة التي في الطرف فضلة الخلع . ثم يسمّر[١] اثنا عشر واحدًا منها على محيط القرص ، على وجه المرافق . ويكون كل منها موازيًا لعارضة ، بحيث تبقى على وجه القرص من كل مرفق منها عرض إصبعين . وتجعل مرفقًا خلعه من جهة وجه العوارض ، والذي

(١) في الأصل : تسمر .

يليه خلعه من جهة وجه المرافق ، واحدًا هكذا وواحدًا كذلك ، إلى آخرها . حتى إذا انطبقت المرافق المتحركة لا تتصادم كما ستعلمه . فهذه الاثنا[1] عشر المسمرة تسمى المرافق الثابتة .

ثم تقسم كل فضلة خلع[2] ثلاثة أقسام متساوية . ويبخش القسمان من الثانية نافذًا ، والثاني من كل من الاثني عشر الباقية - وهي المتحركة - نافذًا . الجميع في وسط السُّمك . وتجعل كل فضلة من الثانية في خلع من المتحركة ، بحيث تبقى كل فضلة من المتحركة في خلع من الثانية ، وتصير أسطح[3] الوجوه الأربعة[4] من المرفقين متساوية .

ثم إذا جعلت هذا الوضع فأوصل[5] بين البخشين المتوازيين من كل ثابت ومتحرك بمحور ، يدخل فيهما سلساً . ويبشر[6] طرفاه من الجانبين . فالمرفق المتحرك الآن يمكن انقلابه من الجهتين . ثم يسمر في كل بخش بقي من الثانية سيخ[7] من حديد ، ثابت فيه جيدًا ، بارز من جهة الخلع ، أزيد من سمك الفضلة قليلاً .

ثم تحفر (٣٦و ــه) في كل فضلة من المتحركة على موازاة هذا السيخ[8] عند الانطباق حفراً يدخل فيه السيخ[9] بسهولة ، لتنطبق الفضلة على الخلع من كل

(١) في الأصل : الاثني .
(٢) سقطت كلمة «خلع» من موقعها في السطر ووضعها الناسخ على الهامش الأيمن ، وكتب أمامها (صح) .
(٣) في الأصل : أسطحة .
(٤) في الأصل : وجوه الأربع .
(٥) في الأصل : واصل .
(٦) في الأصل : يبشن .
(٧) في الأصل : سمخا .
(٨) في الأصل : السمخ .
(٩) في الأصل : السمخ .

انطباقًا تامًا . وليكن الحفر في الجميع من جهة واحدة . فالمرافق المتحركة يمكن انخلاع كل منها عن الثابت من أحد الجانبين دون الآخر . وجهة انخلاع الكل جهة واحدة .

تنبيه : ربما جعلت هذه المرافق مستديرة ، وربما جعلت المتحركة منها مستديرة فقط . ثم تتخذ اثني عشر مكعبًا من خشب صلب أو نحاس أو حديد ، وثقلها بالشرط الآتي . والمكعب شكل مثل شكل فصوص النرد(١) . ثم تقسم أحد وجوه كل منها بخط يوازي أحد ضلعيه المحيطين ، وتقسم هذا الخط بثلاثة أقسام . وتعلّم على كل قسم علامة غير الآخر(٢) . وتبخش في كل علامة بخشًا في وسط السُّمك يدخل فيه حبل ، أو قضيب نحاس أو حديد ، يحمل حركة هذا المكعب عليه . وهذه المكعبات تسمى تثاقيل الرفع .

وربما جعلت كرات . وهي التي ألهمني الله سبحانه وتعالى عملها ، من فيض جوده وكرمه ، وله الحمد كما ينبغي لجلال وجهه وعظيم سلطانه ، حتى كمل لها المراد من عمل هذا الدولاب .

وصفة وزن هذه أن يقام مرفق حتى يصير على أعلى(٣) مكان في الدولاب ، بحيث يبقى قائماً على الأفق . ثم يمال المرفق المتحرك من الجهة التي ينخلع منها ، حتى يوازي الأفق ، والثابت قائم على الأفق مكانه ، فيتقاطعان على زاوية قائمة . ثم تربط في ثلث الممال من جهة طرفه خيطًا ، ثم يدخل طرفه في ضلعه أو بكرة ثابتة في شيء ، أو يمسك باليد ويرخى طرفه . ويجعل فيه كيس

(١) النرد هو لعبة الطاولة المعروفة . والحبوب التي تلعب بها هي على هيئة مكعبات كما هو معلوم .
(٢) في الأصل : الأخير .
(٣) في الأصل : أعلا .

فارغ[1] مفتوح الفم ، ثم يوضع في الكيس حجارة ورمل[2] ، قليلاً قليلاً ، إلى أن يجذب[3] الكيس المرفق الممال ، فيصيبه منطبقاً على الثابت ، قائمًا على الأفق . ثم يوزن الكيس ، فمهما كان زيد عليه نحو سدسه استظهاراً . ويجعل كل تثقيل من تثاقيل الرفع بقدر ذلك الوزن ، وإن زاد لم يضر .

تنبيه : لابد في الدواليب العظام من أن يُجعل في رؤوس المرافق المتحركة تثاقيل ، لإدارة الطواحين والسواقي ونحوها ، ليفي الدولاب بإدارتها . وصفة التثاقيل المذكورة أن تكون إما كرية الشكل ، أو مكعبته . وتجعل أطراف المرافق مستديرة بالخرط . وتبخش التثاقيل -وإن كانت مكعبة- بخشاً يمر بمركزها ، موازياً لسطوحها الأربعة[4] . وربما جعل نافذاً ، أو غير نافذ ، بحيث يدخل في طرف المرفق قهراً ، ثم تسمر معارضته في طرف المرفق محكماً . وإن كانت كرات بخشت على محورها ، (٣٦ظ ←) وفعل بها جميع ما تقدم . وتسمى هذه **تثاقيل المرافق** .

ثم توزن تثاقيل الرفع على المرافق بعد عمل هذه التثاقيل . وربما وزنت قبل عمل التثاقيل ، لمعرفة نهاية ربط حبال مجاري تثاقيل الفتح ، إذا أفرطت تثاقيل المرافق في الثقل . فإذا عرفت تلك النهايات -كما سيأتي- وضعت تثاقيل المرافق في أطرافها . ثم وزنت ثانيًا ليعلم منها كمية تثاقيل الرفع . ثم تبخش العوارض ، بأن تقسم أحد وجهيها اللذين ليسا من جهة وجهي القرص بخط مستقيم يوازي ضلعي ذلك الوجه الأطولين وبعده عنهما سواء . ثم يقام خط[5]

(١) في الأصل : كيسًا فارغًا .
(٢) في الأصل : ورملاً .
(٣) في الأصل : ويحدب .
(٤) في الأصل : الأربع .
(٥) في الأصل : خطاً .

على هذا الخط بين الضلعين الأطولين ، بعده عرض إصبع عن طرف العارضة الذي ليس مسمرًا .

ثم تفتح البركار على قدر نصف البعد بين مركزي بخشي أحد تثاقيل الرفع . وتوضع[1] إحدى رجليه على نقطة[2] تقاطع هذا الخط والخط الأوسط المستطيل ، ويعلّم بتلك الفتحة علامتان على هذا الخط القصير من تلك الفتحة من الجانبين . ويبخش على كل علامة بخش[3] في وسط السُّمك ، سعته مساوية لسعة أحد[4] بخشي تثقيل الرفع . فهذان البخشان يسميان بداية الربط ، أعني ربط الحبال التي يجري فيها تثاقيل الرفع .

ثم تتخذ صفيحة من نحاس مربعة ، ضلعها مثل عرض العارضة . ثم يقسم أحد وجهيها بخط مواز[5] لأحد ضلعيه المحيطين ، ويربع بخط آخر . ثم يفتح البركار بقدر الفتحة التي عمل بها علامتي بخش كل عارضة ، وتوضع إحدى رجليه على تقاطع الخطين الذي هو مركز الصفيحة . ويعلم على أحد ذينك الخطين بتلك الفتحة علامتين من الجانبين . ويبخش في كل علامة مثل أحد أبخاش العوارض . ثم يبخش أيضًا على هذا الخط بخشين ، قريبًا من طرفي الصفيحة ، يسميان بخشي طرفي الصفيحة ، والأولين بخشي وسطها . وتربط في كلا[6] بخشي طرفيها حبل[7] أو خيط . ثم يتخذ حبل يدخل في بخش

(١) في الأصل : ويوضع .
(٢) في الأصل : نقطعة .
(٣) في الأصل : بخشاً .
(٤) في الأصل : إحدى .
(٥) في الأصل : موازيًا .
(٦) في الأصل : كلى .
(٧) في الأصل : بخش .

تثقيل الرفع ، بحيث يتحرك فيه التثقيل بسهولة . ويدخل طرفاه في بخش الصفيحة ، ثم في بخشي التثقيل ، ثم في بخشي العارضة .

ثم يربط طرفاه ربط شنيطة[1] ، على وجه العارضة التي تميل[2] المرفق المتحرك الموازي لتلك العارضة إذا انخلع إلى[3] جهته . وليكن هذا الرباط بحيث إذا وضعت الصفيحة منطبقة[4] أبخاشها على بخشي (٣٧و ←) العارضة التي تلي العارضة المربوط على وجهها ، وتتوسط سماء الدولاب قبلها على الوجه الذي يليها[5] ، يكون الخيط حينئذٍ مشدوداً غير مرخى ، ولا بالغ الغاية في الشد .

ويربط الخيطان اللذان في طرفي الصفيحة على العارضة التي هي عليها ربطة محكمة شنيطة[6] ، منطبقاً بخشاها على بخشها كما قدمنا ، قبل ربط طرفي الحبل على العارضة المقابلة لعارضة الصفيحة . فحينئذٍ يبقى تثقيل الرفع بين العارضتين في حبلين يمكن تحريكه عليهما بين العارضتين .

ثم يؤخذ المرفق الموازي للعارضة التي يربط عليها طرفا حبل التثقيل ، فيقسم وجهه الذي إذا انخلع كان ذلك الوجه يلي أطراف العوارض ، بخط يوازي ضلعيه المحيطين في منتصف ما بينهما . ويقسم هذا الخط ثلاثة أقسام متساوية . ويعلّم على القسم الأول الذي يلي طرف المرفق الخالي من التسمير علامة ،

---

(١) في الأصل : «واشنيطة» . والشنيطة هي عقدة على شكل وردة ، او هي الانشوطة ؛ دوزي ، ج٩ ص ٣٦٣ . والأنشوطة هي عقدة بعروة ، إذا جذب أحد طرفيها انفلتت . وإذا كانت الانشوطة حول شيء كالعنق وجذب أحد طرفيها ضاقت حول العنق ؛ الكرمي ، جـ٤ ص ٣٠٠ .

(٢) في الأصل : الذي يميل .

(٣) تكرر حرف الجر «إلى» في نهاية السطر ما قبل الأخير وبداية السطر الأخير .

(٤) في الأصل : منطبق .

(٥) في الأصل : عليها .

(٦) في الأصل : «واشنيطة» .

ويبخش في وسط السمك نافذاً . ويدخل حبل في هذا البخش ، وتربط طرفه عقدة في الوجه المقابل للوجه المقسوم . ثم يبخش طرف العارضة الموازية لثابت هذا المرفق ، بقرب طرفها الخالي من التسمير ، في وسط العرض والسمك ، من الوجه المربوط عليه حبل يفصل الرفع إلى الوجه المقابل للصفيحة ، بخشاً يدخل فيه الحبل المعقود طرفه في وجه المرفق بسهولة ، فيدخل طرفه في هذا البخش ، ويجر الحبل حتى ينتصب المحور قائما على موازاة العارضة .

ويجر تثقيل الرفع ، حتى يبقى بينه وبين الصفيحة عرض إصبع . ويربط طرف هذا الحبل -أعني حبل المرفق- في رزة ثابتة في سطح تثقيل الرفع -يأتي صفة عملها- بحيث يبقى الحبل مشدودًا شداً محكمًا .

واعلم أن وسط سماء الدولاب نقطة ، كلما وازاها من أطراف العوارض القريبة من الأبخاش كانت أبعد أجزاء الدولاب عن الأرض . وإن شئت قلت أعلى[1] ما فيه ، ويعبر عنه أيضا بسمت الرأس . ومقابلها وتد أرض الدولاب ، ويعبر عنه أيضا بسمت الرجل . ومشرق الدولاب منتصف ما بين وسط سمائه ووتد أرضه . ومقابله مغرب الدولاب . إذا علمت ذلك وفعلت ما تقدم فأدر الدولاب بعد وضع سهمه على قاعدتين ثابتتين ، كما سيأتي بيانه . ثم انظر إذا سامت ثابت ذلك المحور وسط السماء ، (٣٧ظ ←) ثم عند تمام انفصال منتصف طرفه عن مسامتة وسط السماء ينتصب مرفقه المائل . فالصفيحة موضوعة في مكانها جيداً . فاعمل ما سأذكره .

وإن انتصب قبل تمام انفصاله عن مسامتة وسط السماء ، فحل الصفيحة ، وارفعها قليلاً . ثم اربطها وأدر الدولاب . وانظر : فإن انتصب المرفق المتحرك عند

(١) في الأصل : أعلا .

تمام انفصال مسامتة الثابت لوسط السماء ، فالصفيحة في مكانها ، وإن انتصب قبل تمام انفصال ثابته عن مسامتة وسط السماء ، فارفع الصفيحة قليلاً . وإن انتصب بعد تمام الانفصال عن المسامتة ، فأنزل الصفيحة قليلاً ، إلى أن ينتصب المرفق عند تمام انفصال ثانيه عن مسامتة وسط السماء ، لا متقدماً ولا متأخراً . وقد علمت أنه متى تقدم فارفع الصفيحة ، ومتى تأخر فأنزلها .

فإذا وقعت الصفيحة في مكانها ، فأدر الدولاب دورات عديدة ، حتى تتحقق أن انتصاب المحور عند تمام انفصاله عن مسامتة وسط السماء ، لا متقدمًا ولا متأخرًا .

والعبرة بانفصال طرف المرفق الثابت عن المسامتة ، فينصب المحور عقبها على الفور . فإذا تحققت ذلك التحقق التام ، فعلِّم موضع بخش الصفيحة من وجه العارضة التي هي عليه . وحل الصفيحة ، وابخش العارضة بخشين موضع العلامتين ، نافذتين . فهما نهاية الربط .

تنبيه : متى أردت رفع الصفيحة ، فلم يمكنك ذلك لاشتداد الحبل ، فحل الشنيطة[1] من على وجه العارضة والربطة . وأرخِ الحبل بمقدار ما يمكنك أن ترفع الصفيحة . ثم اربط الحبل على وجه العارضة ربطة شنيطة[2] كما كان . ومتى أنزلت الصفيحة وارتخى الحبل فحلّه ، وشده معتدلاً ، واربطه كما كان . فإذا أتممت جميع ما تقدم فأدخل طرف الحبل في أحد بخشي ابتداء الربط ، ثم في أحد بخشي تثقيل الرفع ، ثم في بخش نهاية الربط المقابل لبخش بداية الربط الذي أدخلت فيه الخيط ، ثم في بخش نهاية الربط الآخر ، ثم في بخش تثقيل

(١) في الأصل : «الاشنيطة» .
(٢) في الأصل : واشنيطة .

الرفع الآخر، ثم في بخش بداية الربط الآخر، ربطاً محكماً، بحيث يصير الحبل مشدوداً شداً محكماً، لكن إلى الغاية القصوى. افعل ذلك في كل مرفق إلى آخرها.

وقد تم عمل الدولاب نفسه. والله الموفق للصواب، (٣٨و ←) بمنه وكرمه.

تنبيه: قد قدمنا الإشارة إلى أنه قد يعسر أو يتعذر في الدواليب الكبار العمل السابق في رفع الصفيحة ووضعها، لإفراط ثقل تثاقيل الرفع بواسطة ثقل تثاقيل المحاور. ولا يمكن جعل تثاقيل الرفع جارية في حبال، لأنها تقطعها بسرعة. فطريقة العمل حينئذٍ أن يوزن المرافق قبل وضع أطرافها في تثاقيلها، بتثقيل رفع تتخذ لها، حتى يُعْلَم به بخشي نهاية الربط كما قدمنا. ثم توضع[١] تثاقيل المحاور في أطرافها، كما قدمنا.

ثم يُتخذ لها تثاقيل رفع تناسبها في الثقل، موزونة كما سبق. ثم يتخذ[٢] لكل تثقيل رفع قضيبان من حديد، صفة أحدهما[٣] أن يكون طوله قدر ما بين البخشين المتقابلين لنهاية الربط وبدايته، وزيادة عرض إصبع فأكثر، وليكن مدورًا صحيحًا ناعمًا. وغلظه مقدار ما يحتمل مرور تثقيل الرفع عليه. ويجعل كل[٤] من بخشي[٥] تثقيل الرفع قدر ما يدخل فيه هذا القضيب بسلاسة كذلك. وتجعل أبخاش الربط التي في العوارض، ويدخل طرف القضيب في بخش بداية الربط من عارضته، ثم في أحد بخشي تثقيل الرفع، ثم في نهاية

(١) في الأصل: يوضع.
(٢) في الأصل: تتخذ.
(٣) في الأصل: أحدها.
(٤) في الأصل: كلا.
(٥) سقطت كلمة «بخشي» عن موقعها الصحيح في السطر، ثم كتبها الناسخ على الهامش الأيمن وكتبت أمامها (صح).

الربط من عارضته المقابلة للبخش الذي أدخلت طرفه فيه . ثم يبشر[1] طرفاه ، أو يكون أحد طرفيه له فلس كالمسمار[2] . ثم يبشر[3] طرفه الآخر بعد وضعه كما تقدم .

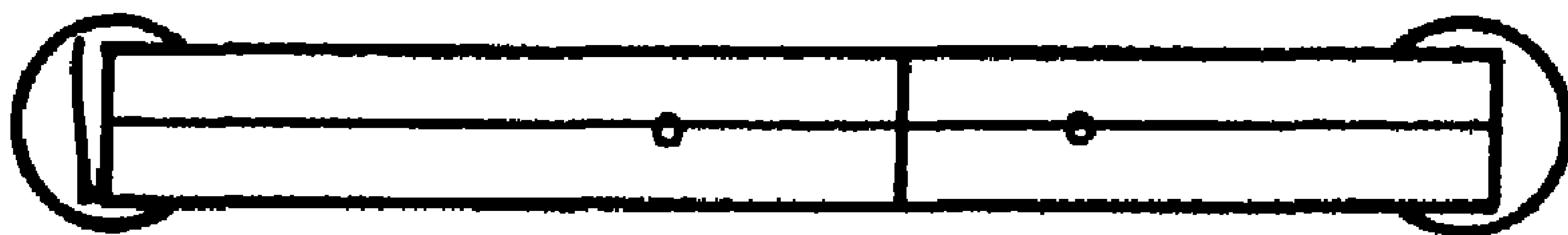
ثم تفعل بالقضيب الآخر مثلما فعل بهذا القضيب سواء . فيبقى تثقيل الرفع في قضيبين بين العارضتين ، يتحرك عليهما متى حرك أو مال . وربما احتيج إلى أن تكون[4] تثاقيل الرفع مفرطة في المقدار جداً ، فيتخذ في وجه كل[5] عارضة لوح من خشب أو حديد ، مسمر عليها . ويبخش في كل لوح منها أبخاش ، عدتها زوج[6] ما بين كل اثنين منها سواء . أما أبخاش البداية فمعلومة . وأما أبخاش النهاية فتستخرج[7] بصفيحة مبخوشة . فتعيّن[8] تلك الأبخاش بالطريق المتقدم . وتقسم الوزن الذي يجب أن يكون لتثقيل الرفع على نصف عدة تلك الأبخاش ، وتتخذ[9] تثاقيل بعدة نصف الأبخاش ، كل منها وزنه قدر خارج القسمة . وتجعل كل منها في قضيبين ، رأسهما في بخشين متواليين متقابلين من أبخاش بداية الربط ونهايته . ويجعل في سطح كل تثقيل رزة ، ويربط فيها حبل . ويربط طرفه في حلقة مربوطة في حبل المرفق[10] .

(١) في الأصل : يبشن .
(٢) يقصد أن على أحد طرفيه قرص دائري مثل رأس المسمار .
(٣) في الأصل : يبشن .
(٤) في الأصل : يكون .
(٥) كتب الناسخ كلمة «كل» في أول الأمر بعد حرف الجر «في» ثم شطبها ووضعها في مكانها الصحيح .
(٦) في الأصل : روج .
(٧) في الأصل : فيستخرج .
(٨) في الأصل : تطين .
(٩) في الأصل : يتخذ .
(١٠) كتب الناسخ جملة « . . ويربط طرفه في حلقة مربوطة في حبل المرفق» بشكل مائل على امتداد السطر الأخير وذلك على الهامش الأيسر .

(٣٨ظ ←) ولا ينبغي الإفراط في كثرة زيادة كمية تثاقيل الرفع ، لئلا يكسر الآلة بسرعة . بل متى اضطررت إلى ذلك فاجعل على السهم الواحد دواليب متعددة ، يحصل من مجموعها الغرض . والله أعلم .

واعلم أن تثاقيل[1] الفتح ربما جعلت مستطيلة الشكل ، مثل شكل المرافق ، لكن بغير خلع . وذلك بأن يكون عرضها مثل سمكها وهي مستطيلة . ويبخش من وسط عرضها وسمكها بخشين مقابلين لبخشي بداية الربط أو نهايته . وذلك بأن تخط على أحد وجوهها الأربعة[2] المستطيلات خطاً[3] يوازي ضلعي ذلك الوجه الأطولين ، في منتصف ما بينهما . ويقام على هذا الخط خط يوازي ضلعي ذلك الوجه الأقصرين ، في منتصف ما بينهما . وبقية البركار على نصف ما بين مركزي بخش بداية الربط أو نهايته من العارضة . وتوضع[4] إحدى رجلي البركار على تقاطع الخطين . ويعلّم بتلك الفتحة على الخط المستطيل علامتين من الجانبين . ويبخش موضع العلامتين في وسط السُّمك .

وربما جعل في حرفيه تثقيلان[5] ، مكعبان أو كرويان ، متساويا[6] الوزن ، على هذه الصورة (شكل ١٥) .



شكل ١٥

(١) في الأصل : تثقيل .
(٢) في الأصل : الأربع .
(٣) في الأصل : خط .
(٤) في الأصل : ويوضع .
(٥) في الأصل : تثقيل .
(٦) في الأصل : مكعبين أو كريتين متساويي .

وصفة إدخال التثاقيل في طرفيه مثل ما قدمنا في إدخال التثاقيل في أطراف المرافق . فيصير سطح هذا الشكل المستطيل الأعلى ، إذا وازى سماء الدولاب ، موازيًا للأفق . وربما علّم بالفتحة علامتين[1] على الخط الأقصر . ويبخش مكانهما ، فيصير عند موازاته وسط السماء قائمة أسطحه الأربعة[2] المستطيلات على الأفق . ويجوز جعله لوحًا مستطيلاً أو مربعًا ، أو غير ذلك من الأشكال ، بحسب الغرض وما يقتضيه الحال .

وقد انتهى وصف عمل الدولاب على هذا الوجه . ولم يبق ما يحتاج إلى بيانه سوى عمل القواعد التي يدور عليها السهم . وسأفردها بفصل في هذه الرسالة[3] ، إن شاء الله تعالى . والحمد لله رب العالمين ، وصلى الله على سيدنا محمد وسلم تسليمًا كثيرًا دائمًا إلى يوم الدين ، ورضي الله عن أصحاب رسول الله أجمعين .

كتب في سابع شوال المبارك سنة ٩٣٦ ، أحسن الله ختامها في خير وعافية آمين .

كتبه عبد الباسط بن موسى[4] ، الخطيب ثم الموقت بالجامع الأموي بدمشق ، خدمة لشيخه الشيخ غرس الدين خليل الحلبي[5] ، فسح الله في أجله ، وبلغه نهاية أمله . والحمد لله .

---

(١) في الأصل : علامتان .

(٢) في الأصل : أسطحته الاربع .

(٣) لم نجد في النسخة الوحيدة التي وصلت إلينا الفصل الذي يذكره المؤلف هنا .

(٤) هو عبد الباسط بن موسى العلموي (٩٠٧-٩٨١هـ/١٥٠١-١٥٧٣م) . كان خطيبًا ثم موقتًا ثم كبير مؤذنين بالجامع الأموي . وقد بقيت له بعض المؤلفات الإسلامية . ويدل تاريخ هذه الرسالة أنه نسخها وعمره ٢٩ عامًا . خير الدين الزركلي : الأعلام ، نشر دار العلم للملايين ببيروت ، الطبعة الرابعة ، ١٩٨٠م ، ج٣ ص٢٧٠ ، والغزي (نجم الدين محمد بن محمد) : الكواكب السائرة بأعيان المئة العاشرة ، تحقيق جبرائيل جبور ، نشر دار الآفاق الجديدة ببيروت ، ط٢ ، ١٩٧٩ ، (٣ أجزاء) ، ج٣ ص ١٦٢ .

(٥) هو خليل بن أحمد بن خليل ، الحلبي مولدًا (٩٠٠ - ٩٧١هـ/ الموافق ١٤٩٤ - ١٥٦٣م) . عرف في عصره بابن النقيب . درس في دمشق والقاهرة ، وتوفي بإستانبول . وصلت إلينا عدة مخطوطات من مؤلفاته في الرياضيات والآلات الفلكية ؛ ترجمته عند الزركلي ، المرجع السابق ، ج٢ ، ص٣١٤ . كارل بروكلمان : تاريخ الأدب العربي ، القسم التاسع ، العصر العثماني ، تعريب محمود فهمي حجازي وعمر صابر عبد الجليل ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٩٥م ، ص٤١٥ ، ٤١٦ . ديفيد أ . كنج ، فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ج١ (١٩٨١م) وج٢ (١٩٨٦م) ، انظر الفهرس الأبجدي بآخر الجزء الثاني ، تحت اسم خليل بن أحمد (ص١٢٠٧) .

ثبت مراجع التحقيق

■ الإقليدسي ، أحمد بن إبراهيم : الفصول في الحساب الهندي ، تحقيق أحمد سليم سعيدان ، نشر معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب ، ١٩٨٥م .

■ ابن إياس ، محمد بن أحمد : بدائع الزهور في وقائع الدهور ، تحقيق محمد مصطفى ، نشر جمعية المستشرقين الألمانية و الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ط٣ ، ١٩٨٢-١٩٨٥م .

■ بروكلمان ، كارل : تاريخ الأدب العربي ، القسم التاسع ، العصر العثماني ، تعريب محمود فهمي حجازي وعمر صابر عبد الجليل ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ١٩٩٥م .

■ ابن بطوطة ، رحلة ابن بطوطة ، تحقيق عبد الهادي التازي ، نشر أكاديمية المملكة المغربية ، ١٩٩٧م .

■ البقلي ، محمد قنديل : التعريف بمصطلحات صبح الأعشى ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، سنة ١٩٨٤م .

■ البيروني ، «الجماهر في معرفة الجواهر» ، نشر دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد ، ١٣٥٥هـ .

■ التازي ، انظر ابن بطوطة .

■ الجزري ، إسماعيل بن الرزاز ، «الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة

الحيل» ، تحقيق أحمد يوسف الحسن ، نشر معهد التراث العلمي بجامعة حلب ، ١٩٧٩م .

■ الجميل ، محمد بن فارس : «الآنية والأوعية المستخدمة في العهد النبوي» ، مجلة جامعة الإمام ، العدد١٢ ، ١٤١٥هـ/ ١٩٩٤م .

■ الحسن ، انظر الجزري .

■ دهمان ، انظر ابن الساعاتي .

■ دوزي ، رينهارت : تكملة المعاجم العربية ، تعريب محمد سليم النعيمي وجمال الخياط ، نشر وزارة الثقافة والإعلام العراقية ، (صدر الجزء الأول سنة ١٩٧٨م ، وما زالت أجزاؤه تصدر حتى عامنا هذا ، وهو ٢٠٠١م . وآخر ما صدر منه هو الجزء التاسع سنة ١٩٩٩م) .

■ الرصافي ، معروف : «الآلة والأداة» ، نشر دار الرشيد للنشر ، وزارة الثقافة والإعلام العراقية ، بغداد ، ١٩٨٠م . لم نطلع على هذا المرجع مباشرة . وإنما نقل عنه محمد الجميل في المرجع السابق ذكره .

■ الزركلي ، خير الدين : الأعلام ، نشر دار العلم للملايين ببيروت ، الطبعة الرابعة ، ١٩٨٠م .

■ ابن الساعاتي ، رضوان بن محمد : «علم الساعات والعمل بها» ، تحقيق أحمد محمد دهمان ، دمشق ، ١٩٨١م .

■ السخاوي ، محمد بن عبد الرحمن : الضوء اللامع لأهل القرن التاسع ، نشر مكتبة القدسي بالقاهرة ، ١٩٣٤-١٩٣٦م ، (١٢ جزءاً) .

■ سعيدان ، انظر الإقليدسي .

■ شربل ، موريس : الرياضيات في الحضارة الإسلامية ، طرابلس (لبنان) ، ١٩٨٨م .

■ شوكة ، إبراهيم : «الأسطرلاب ، طرق وأساليب رسمه وصنعته» ، مجلة المجمع العلمي العراقي ، مج١٩ ، ص٣- ٩١ .

■ شير ، المطران آدي شير الكلداني : معجم الألفاظ الفارسية المعربة ، بيروت ، ١٩٠٨م .

■ غالب ، إدوار : الموسوعة في علوم الطبيعة ، التحرير الثاني ، دار المشرق ببيروت ، ١٩٨٨م .

■ غالب ، عبد الرحيم : موسوعة العمارة الإسلامية ، نشر جروس برس ، بيروت ، ١٩٨٨م .

■ الغزي ، نجم الدين محمد بن محمد : الكواكب السائرة بأعيان المئة العاشرة ، تحقيق جبرائيل جبور ، نشر دار الآفاق الجديدة ببيروت ، ط٢ ، ١٩٧٩م ، (٣ أجزاء) .

■ قاري ، لطف الله : «الآلات الميكانيكية في تراثنا العلمي وموقع كتاب الرسالة القدسية» مجلة تاريخ العلوم العربية ، نشر جامعة حلب ، المجلد ١١ ، سنة ١٩٩٧م ، ص ٢٩-٨٩ .

■ الكرمي ، حسن : الهادي إلى لغة العرب ، قاموس عربي – عربي ، دار لبنان ، بيروت ، ١٩٩٢م .

- الكلداني ، انظر شير .
- كنج ، ديفيد أ : فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية ، نشر الهيئة المصرية العامة للكتاب ، ج١ (١٩٨١م) وج٢ (١٩٨٦م) .
- كنگ ، انظر كنج .
- منلا ، مصطفى عمار ، «تراثنا المخطوط في العلوم الطبيعية والبحتة» ، النادي الأدبي بالمدينة المنورة ، ١٤١٢هـ .
- الموسوعة الإسلامية :

Encyclopaedia of Islam, new edition, E.J.Brill, Leiden (Holland), vol.I (1960) -vol.XI (2000), still being published.

الكشافات

كشاف الأعلام

كشاف الأماكن

كشاف أجزاء الآلة التي تصفها الرسالة

كشاف الكلمات المشروحة بالهوامش

كشاف الكتب فى المتن

ردمك: ٩٩٦٠-٦٧٧-٤١-٩